



Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Minas

**Tesis:**

**“Diseño y evaluación de sostenimiento de labores de desarrollo para minería artesanal del sector de Ollachea – Puno Caso de estudio”**

**Juan Junior Lazaro Quicaña  
Gerardo Jesus Velez Rojas**

Para obtener el Título Profesional de:  
**Ingeniero de Minas**

Asesor:  
Ing Javier Martin Montesinos Chávez

Arequipa – Perú  
2020

### **DEDICATORIA**

*La tesis la dedicamos a Dios con mucho amor y gratitud por darnos sabiduría, la fortaleza y perseverancia con las que nos motiva a seguir adelante en todo aspecto de nuestras vidas.*

*A nuestros familiares por su apoyo incondicional hacia nosotros. Sabemos que todo esfuerzo brindara sus frutos en un futuro no muy lejano.*

**Juan y Gerardo**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de estudio titulado “Diseño y evaluación de sostenimiento de labores de desarrollo para minería artesanal del sector de Ollachea – Puno Caso de estudio” se encuentra ubicado en el Departamento de Puno, Provincia de Carabaya Distrito de Ollachea a una altitud de 3000 m.s.n.m. en el paraje denominado balcón de oro, a la altura del km 235 de la carretera interoceánica Sur (Tramo 4: Azángaro – Puente Inambari).

En las excavaciones subterráneas de la mina, han sido desarrollado y planificado mediante planeamientos y actualizaciones, se obtiene resultados con informaciones y planificaciones de anteriores ocasiones, adquiriendo datos de acuerdo que se ha venido a trabajando de los diferentes mantos existentes, mantos que tienen resultados favorables para su explotación y mantos que no tienen ley mínima explotable.

Se consideran aspectos importantes para las labores de desarrollo en la que se realizan en forma horizontal y vertical; donde las labores horizontales consisten en galerías y subniveles, las primeras son generalmente de 1.5 x 1.8 sección. La perforación de estas labores son con perforadoras Jacklegs con barrenos integrales de 4` y 6 `pies de longitud, en la voladura se emplean dinamitas de 65% y como accesorios se emplean, fulminantes y mecha lenta. La limpieza de los frentes se realiza de manera manual y se tiene el uso de

carretillas y lampas para realizar la limpieza, y también el uso de pequeños winches de izaje.

las labores verticales tales como chimeneas y piques también son ejecutados con equipos convencionales y en la voladura también se emplean productos similares que las labores de horizontales y en este caso la limpieza es por gravedad en el caso de las chimeneas.

desarrollo de una voladura, así tenemos las variables dependientes como son el burden, espaciamiento, malla de perforación y voladura. También se tiene las variables independientes como son los parámetros geomecánicos de la roca, el agua, la geología estructural, etc. Los cuales se han considerado para los diferentes cálculos realizados para una obtención de una adecuada malla de perforación y una buena distribución de la carga explosiva de acuerdo al tipo de roca que se tiene en mina en este caso para una marga roja. También se realizó la evaluación de los frentes de preparación y desarrollo.

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se espera implementar el sostenimiento en labores de desarrollo que nos permita reducir los costos de operación, así como brindar mayor seguridad en el área de trabajo.

En las labores atravesará una variedad de rocas pertenecientes a la formación Ananea constituidas mayormente por pizarras, pizarras esquistas, lutitas pizarrosas, esquistos micáceos y algunas intercalaciones de areniscas cuarzosas, cuarcitas, apófisis de rocas intrusivas.

## **SUMMARY**

The present study entitled "Design and evaluation of support for development work for artisanal mining in the sector of Ollachea - Puno Case Study" is located in the Department of Puno, Carabaya Province, District of Ollachea at an altitude of 3000 m.a.s.l. in the area called Balcón de oro, at the height of km 235 of the Southern Inter-Oceanic Highway (Section 4: Azángaro - Inambari Bridge).

In the subway excavations of the mine, they have been developed and planned by means of planning and updates, results are obtained with information and planning of previous occasions, acquiring data according to that it has been working of the different existing mantles, mantles that have favorable results for their exploitation and mantles that do not have minimum exploitable law.

Important aspects are considered for the development works in which they are carried out in a horizontal and vertical way; where the horizontal works consist of galleries and sublevels, the first ones are generally of 1.5 x 1.8 section. The perforation of these labors are with Jacklegs drills with integral holes of 4' and 6' long, in the blasting dynamites of 65% are used and as accessories are used, fulminants and slow wick. The cleaning of the fronts

is made in a manual way and we have the use of forklifts and lamps to make the cleaning, and also the use of small winches of hoisting.

Vertical tasks such as chimneys and shafts are also carried out with conventional equipment and similar products to horizontal tasks are used for blasting. In this case, the cleaning is done by gravity in the case of chimneys.

development of a blasting, so we have the dependent variables such as the burden, spacing, drilling and blasting mesh. We also have the independent variables such as the geomechanical parameters of the rock, water, structural geology, etc. Which have been considered for the different calculations made to obtain an adequate drilling mesh and a good distribution of the explosive load according to the type of rock that is in mine in this case for a red marl. The evaluation of the preparation and development fronts was also carried out.

With the development of this research work, it is expected to implement the sustainability of development work that will allow us to reduce operating costs, as well as provide greater safety in the work area.

The work will cross a variety of rocks belonging to the Ananea formation, mainly constituted by shales, schistose shales, shale shales, micaceous shales and some intercalations of quartz sandstones, quartzite, apophysis of intrusive rocks.

*Keywords: Perforation, Advance, Underground mining, Geotechnics*

## INDICE

<b><u>DEDICATORIA</u></b> .....	ii
<b><u>INDICE</u></b> .....	5
<b><u>LISTA DE TABLAS</u></b> .....	7
<b><u>LISTA DE FIGURAS</u></b> .....	8
<b><u>INTRODUCCION</u></b> .....	9
<b><u>CAPITULO 1</u></b> .....	111
<b><u>GENERALIDADES</u></b> .....	11
1.1. Planteamiento del Problema .....	111
1.2. Formulación del Problema.....	11
1.2.1. Preguntas Específicas .....	11
1.3. Objetivos de la Investigación .....	12
1.3.1. Objetivo General .....	12
1.3.2. Objetivos Específicos .....	12
1.4. Hipótesis de la Investigación.....	12
1.4.1. Hipótesis General .....	12
1.4.2. Hipótesis Específico.....	12
1.5. Justificación de la Investigación.....	13
1.6. Limitaciones de Estudio .....	13
1.7. Viabilidad de Estudio .....	144
1.8 Marco Metodológico .....	14
1.8.1 Tipo de Investigación .....	144
1.8.2 Diseño de la Investigación.....	14
Método.....	14
1.9 Población y Muestra .....	14
1.9.1 Población y Muestra .....	14
1.10 Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores.....	15
1.10.1 Operacionalización de Variables .....	15
1.11 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	16
<b><u>CAPITULO 2</u></b> .....	18
<b><u>MARCO TEÓRICO</u></b> .....	18
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	18
2.2. Bases Teóricas .....	20
2.2.1. Labores Mineras .....	20
2.3. Labores de Desarrollo Verticales.....	20
2.4. Labores de Desarrollo Horizontales.....	22

<b><u>CAPITULO 3</u></b> .....	25
3.1 Descripción general del Lugar Estudio .....	25
3.1.1 Ubicación Geográfica .....	25
<b><u>CAPITULO 4</u></b> .....	377
<b><u>METODO DE DISEÑO</u></b> .....	37
4.1 Operación Minera .....	37
4.3 Marco Conceptual .....	38
4.3.1 Introducción .....	38
4.4 Voladura .....	43
<b><u>CAPITULO 5</u></b> .....	80
<b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....	102
<b><u>RECOMENDACIONES</u></b> .....	103
<b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	104



## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Variables independientes y dependientes...	15
Tabla 2. Vías de acceso	25
Tabla 3. Tiempos de perforación	40
Tabla 4. Cantidad de explosivos	43
Tabla 5. Cantidad de explosivos	44
Tabla 6. Cantidad de explosivos	49
Tabla 7. Cantidad de explosivo para subniveles	53
Tabla 8. Índice de resistencia geológica (GSI)	83
Tabla 9. Calidad del macizo rocoso para soporte de roca	84

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01. Diseño de malla de perforación	37
Figura 02. Diseño de cuadros de madera	56
Figura 03. Diseño de malla de perforación para chimenea	60
Figura 04. Diseño de malla de perforación de sección 1.2 x 1.8	87
Figura 05. Diseño de puntales para cuadros de madera	90

## **INTRODUCCION**

La minería hoy en día es uno de los pilares económicos de nuestro país ya que se encuentra Las oportunidades de trabajo en la gran minería y mediana minería están muy limitadas por lo que está promoviendo oportunidades laborales en la Minería a Pequeña escala es muy importante al respecto de las oportunidades laborales en la Minería a Pequeña Escala.

El propósito de la Evaluación del sostenimiento en labores de desarrollo es una descripción de una evaluación del trabajo que en esta se divide en 5 capítulos, en la cual se describen las características principales de la minería a pequeña escala ya que en algunos casos estas no cuentan con el apoyo tecnológico y la evaluación geomecánica que se requiere la selección del tipo de sostenimiento y también del tipo de malla de perforación a utilizar ya que se trabaja empíricamente y es por eso que se ha realizado este trabajo en la cual se da a conocer algunos problemas que se tiene en esta parte de la minería.

Se desarrollaron las pruebas y resultados del proyecto, como la evaluación del sistema de sostenimiento, así como la evaluación del tipo de roca que se tiene en

las diferentes labores y poder definir el sostenimiento adecuado en esta minería pequeña escala.

## **CAPITULO 1**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

El caso de estudio del trabajo titulado “Diseño y evaluación de sostenimiento de labores de desarrollo para minería artesanal del sector de Ollachea – Puno Caso de estudio” tiene la finalidad de mejorar y ampliar la producción de la minería artesanal ya que uno de sus problemas en esta parte de la minería es la cubicación de reservas y realizar las labores de explotación y desarrollo anticipadamente.

Por otro lado, se tiene la finalidad de que las labores de desarrollo tengan el fin de demostrar su importancia en la explotación de los recursos minerales, así mismo se ha visto uno de los problemas de la inestabilidad de las labores de desarrollo ya que la roca encajónate en algunos tramos se encuentra fracturada para ello es necesario determinar los tipos de sostenimiento que sea la más adecuada en cada una de las labores.

#### **1.2. Formulación del Problema**

¿Cómo mejoraremos el sistema de sostenimiento en las diferentes labores de desarrollo en una minería artesanal para generar más capacidad de producción?

##### **1.2.1. Preguntas Específicas**

¿Cómo determinar los beneficios de los diferentes tipos de sostenimientos y técnicas para la selección del tipo de sostenimiento?

¿Cuáles son los factores que influyen en el diseño y la aplicación del sostenimiento en sus diferentes tipos de sostenimientos para las labores de desarrollo?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Describir las operaciones unitarias de las labores en desarrollo en las minas artesanales en la zona de Ollachea, con el fin de demostrar la importancia que se tiene en la explotación de los recursos minerales, así mismo uno de los problemas es la inestabilidad de las labores de desarrollo ya que la roca es bastante fracturada, para ello es necesario definir los tipos de sostenimiento que pueda ser más adecuado para cada una de las labores.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar y ejecutar las labores de desarrollo y determinar los tipos de sostenimiento.
- Dar a conocer los factores incidentes del desarrollo de las labores y su sostenimiento.
- Cumplir con el plan de tesis y la ejecución de las actividades programadas.

### **1.4. Hipótesis de la Investigación.**

#### **1.4.1. Hipótesis General**

- Como se puede definir un tipo de sostenimiento adecuado para una mayor extracción de los recursos minerales que genere una utilidad económica con menor incidencia de accidentes en la mina artesanal motivo de estudio.

#### **1.4.2. Hipótesis Específico**

- Analizar la máxima recuperación de los recursos minerales a través de un diseño seguro y adecuado tipo de sostenimiento.

- Analizar las condiciones geo mecánicas del macizo rocoso para poder explotar de los distintos frentes de trabajo.

### **1.5. Justificación de la Investigación**

El proyecto tiene como finalidad de poder realizar el mejoramiento de las labores de desarrollo a nivel de la minería artesanal por lo que es muy importante evaluar de qué forma se está realizando la producción de la minería artesanal y de qué modo realizan su sostenimiento, para ello se tiene que evaluar la parte geomecánica y así poder realizar la debida selección del tipo de sostenimiento.

En este caso se realizara una evaluación de las diferentes técnicas de producción que se tiene para la recuperación adecuada del mineral en la cual se tiene problemas en el estallido de rocas o desprendimiento de rocas en la cual ocasiona accidentes y esto se debe a un mal estudio de sus labores por parte de los trabajadores que realizan el trabajo de forma inadecuada y es por eso que se debe realizar un estudio exhaustivo de sus diferentes labores para así poder definir de un tipo de sostenimiento adecuado y poder tener mayor producción y con menos accidentes en mina.

### **1.6. Limitaciones de Estudio**

El presente proyecto de estudio se tiene problemas de sostenibilidad en sus frentes de trabajo y, por otro lado, es el de no tener la autorización respectiva de los demás mineros artesanales ya que esta no permite trabajar por tener cierto recelo que manejan las cooperativas y además de poder generar más gastos, y que esto cambiara su ritmo de trabajo y la desconfianza misma hacia otras personas que no sean del lugar.

### **1.7. Viabilidad de Estudio**

La viabilidad del estudio surge de parte de nosotros de estar trabajando en la minería artesanal y por lo que se ha visto y conversado con otros mineros de la problemática que se tiene en esta parte de la minería artesanal en la aplicación del tipo de sostenimiento que no se aplica en algunas labores de desarrollo para su mayor producción y así poder evitar accidentes en mina por eso es que se estuvo trabajando en la problemática que actualmente se tiene en la zona de Ollachea.

### **1.8 Marco Metodológico**

#### **1.8.1 Tipo de Investigación**

La metodología empleada para poder establecer el diseño ha sido el resultado de las observaciones de investigación y la aplicación de forma exploratoria y de tipo cuantitativa en la cual se busca cuantificar y examinar las variables a obtener los estudios geotécnicos realizados en campo.

#### **1.8.2 Diseño de la Investigación**

El desarrollo de este proyecto es de un estudio analítico para realizar y así poder diseñar la metodología experimental y evaluativa.

#### **Método**

El método de diseño es un estudio que corresponde a la investigación no experimental y evaluativa. Objetivos y conclusiones

### **1.9 Población y Muestra**

#### **1.9.1 Población y Muestra**

El Proyecto materia de estudio se desarrolla, en el Distrito de Ollachea, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno, al sureste del Perú. Específicamente está localizado a 5 kilómetros del pueblo, la zona se llama balcón de oro, la zona es Minapampa y Concurayoc a 20 minutos del centro poblado de Ollachea.



## **1.10 Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores**

### **1.10.1 Operacionalización de Variables**

#### **➤ Variable Independiente:**

Dimensión del túnel

Temperatura

Densidad del aire

Presión

#### **➤ Variable Dependiente:**

Velocidad de aire

Rugosidad de la labor

Personal

**Tabla 1: Variables independientes y dependientes**

VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTES		
Dimensión del túnel	ancho de la labor	metro lineal ( m.)    metro
Temperatura	Altura de la labor	lineal ( m.)    grados
Densidad del aire	altitud de la mina	kg/m <sup>3</sup>
Presión	Altitud de la mina	Pascal (Pa)
DEPENDIENTES		
Velocidad de aire	Dirección y Velocidad	ingreso (+), salida (-) metros/minuto (m/min)
Rugosidad de la labor	Tipo de sostenimiento	kg/m <sup>3</sup>
Personal	cantidad de oxígeno	3 m <sup>3</sup> /min
	cantidad de oxígeno	3 M <sup>3</sup> * HP

**Fuente:** elaboración propia

### 1.11 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Existen muchas acciones donde se pueden efectuar para favorecer la participación del personal en realizar diferentes análisis de estudios en el área de trabajo que se realiza en mina.

La técnica que podemos usar en nuestra tarea diaria y que nos permitirá resolver muchos de los problemas que se encuentran cada día en las diferentes labores, la

obtención de la información y su posterior evaluación que se tenga lógica así logrando con esto mejorar el trabajo que se realiza en la mina.

La técnica y procesamiento de datos que se han utilizado en esta investigación se dará de la siguiente manera.

✓ Obtención de datos mediante reportes por guardia (esto será mediante el control del personal y de trabajos en el transcurso de la perforación y voladura).

#### **1.12 Toma de Datos.**

Los datos que se tomaron en campo se validaron aplicando análisis detallados para su posterior procesamiento e interpretación para ellos se consideraron dos factores como nivel de medición de variables e hipótesis formuladas.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Según, Reveron H., (2013), nos indica que el método de cámaras y pilares en explotaciones subterráneas se realiza la caracterización y evaluación geomecánica del macizo rocoso que se menciona en la mina de Colombia.

para este caso se menciona la aplicación y el diseño de excavación que se utiliza como el proceso de diseño de la excavación subterránea, donde los esfuerzos que existen en un macizo rocoso inalterado están relacionados con el factor de seguridad que se tienen, para ello se estudian diversos procesos de debilitamiento que se pueden presentar alrededor de la excavación y las medidas que se deben de tomar para que seleccionar el método adecuado que se considere óptimo [1].

Según, Córdova R. N., (2008), establece en su trabajo presentado “Geomecánica en el minado subterráneo caso mina condestable”, se refiere a la evaluación del estudio geo mecánico y su aplicación en la Mina Condestable.

Durante los últimos 20 años se han desarrollado varias técnicas para la evaluación o medición in situ de los diferentes esfuerzos máximos y mínimos en la roca, donde se aplica la distribución de esfuerzos sobre una superficie de debilitamiento de la roca y los límites de la excavación que esta nos puede llevar a una inestabilidad de la la

excavación, las actividades geomecánicas que se estudiaran en una excavación deben ser conducidas en un ambiente donde sea necesario comprender algunos de los conceptos de esfuerzos y resistencias de parte de todo los trabajadores involucrados con el área de explotación. [2]

Según, Hernández V. (2013), la importancia de la geotecnia en el desarrollo de proyectos de excavación subterránea. Tiene un enfoque a la sustentabilidad en el Congreso Iberoamericano de Minería Sustentable Santiago – Chile 13, 14 y 15 de noviembre de 2013, menciona:

Considera que la manera más de los diferentes métodos de diseño de esfuerzos, en las diferentes excavaciones subterráneas se debe aplicar los casos prácticos realizados en las diferentes empresas mineras, donde en algunos casos la clasificación se encuentra sujeta a más de un ajuste esto dependerá de cada tipo de roca que se tiene en las diferentes unidades mineras. También se considera las fuerzas naturales e inducidas como resultado del desarrollo de una excavación subterránea o tajo abierto, dando solución al problema de potenciales inestabilidades en las labores subterráneas. [3]

Según, Romero C., (2012), para el caso de la evaluación sísmica inducida en las diferentes excavaciones como por ejemplo río blanco sector norte III panel áreas 15, 16 y 17 nivel 16 hundimiento Codelco división andina Departamento de Geofísica Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Concepción, Chile, en su resumen menciona:

El estudio que se presenta se pone en evidencia la importancia de los estados de esfuerzos en un sistema de fracturamiento in situ, las magnitudes y sus diferentes direcciones de los esfuerzos de la roca antes de realizar la excavación se tiene una importancia para la estabilidad de la misma donde se ha presentado muchos métodos para poder medir los esfuerzos principales de la roca, la cual induce mecanismos de

reequilibrio que dan paso a procesos de deformación tras superar cierto umbral de resistencia dentro de la roca.

Se tiene las características principales del comportamiento de la roca donde no se tiene bien detallado los puntos más importantes a evaluar, y poder realizar nuevamente la evaluación en el mismo punto y sobre todo usando los diferentes equipos a utilizar en campo y así poder tener buenos resultados en las observaciones y el análisis de reporte de cada trabajo y proporciona una operación segura tanto para el personal, maquinaria e infraestructura. [4]

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Labores Mineras**

Las labores de desarrollo son obras que se realizan por medio de las cuales se da el acceso al cuerpo mineralizado, para así de esta manera analizar las diferentes labores de explotación.

Las unidades mineras están conformadas de un conjunto de labores tanto desarrollo como labores de explotación. El método de excavación de un yacimiento es mediante los diferentes diseños de labores para poder ser explotados.

La preparación de una mina se realiza mediante explotaciones de los depósitos minerales, en las cuales se da inicio a las labores de desarrollo con la cual se va a arrancar y posterior extraer el cuerpo mineralizado, dentro de este gran grupo de trabajo existen muchas variantes, como son labores de desarrollo horizontales y labores de desarrollo verticales.

## **2.3. Labores de Desarrollo Verticales**

### **– Piques**

Básicamente los piques son labores de acceso para poder encontrar la veta, estos sirven para poder ingresar herramientas, materiales y también poder ingresar el personal al interior de la excavación subterránea.

La alternativa más usual para realizar el acceso a una mina subterránea es la más importante porque también por el pique se realiza la ventilación, transporte de los diferentes procesos ya sea cómo suministros, mineral, personal, para ello se realiza un sistema de izaje, dada su importancia se debe de escoger adecuadamente la ubicación el diámetro y la profundidad, por otro lado se tiene que analizar la capacidad del pozo se diseñara pensando en posibles ampliaciones de los mismo para poder ingresar los diferentes equipos a utilizar en interior mina así como vagones o skip, bien hasta superficie o bien hasta niveles intermedios.

Son labores mineras que se realizan en forma vertical con un ángulo de 45°, 60°, 90° y normalmente de arriba para abajo, que sirve para la comunicación entre los diferentes niveles o labores subterráneos.

#### – **Chimeneas**

Se le conoce también como una labor vertical que estas son excavadas en sentido ascendente donde sus funciones principalmente son para la ventilación. Para poder diseñar un sistema de chimenea en minería se deben considerar algunos factores importantes por los cuales se tiene que evaluar para la ventilación, extracción de mineral, etc. También debemos considerar el diámetro, la calidad de la roca tanto en aspectos de seguridad como de producción.

#### – **Echaderos De Mineral Y Desmonte**

Los “shuts” o echaderos son perforaciones o aberturas que se realizan de forma vertical casi similar a la forma de chimeneas pequeñas, por las que conduce el mineral y en su parte inferior tiene instalado la tolva, por lo que el shuts o echaderos y la tolva son un complemento necesario. Luego de haber ubicado el lugar exacto, donde se construirá la tolva, se procede a romper la roca o mineral, siguiendo una altura, dirección e inclinación adecuada; si el shut o echadero se ubica en un tajeo de explotación, se romperá todo el material necesario que incluirá la altura adecuada del sub nivel del tajeo a explotar.

En cuanto a dimensiones los “chuts” o echaderos contruidos tienen las dimensiones de 1.2 x 12 m para una tolva simple y para una tolva de doble compartimiento son de las dimensiones de 1.2 x 2.40 m. con una inclinación de 45°, luego de 75° todo esto depende o es relativo al buzamiento de la veta.

Y para el caso de mineral de desmonte es el mismo mecanismo, los accesos verticales sirven para poder realizar de forma continua el material de desmonte hacia otros niveles inferiores de la mina.

## **2.4. Labores de Desarrollo Horizontales**

### **– Túneles**

Esta conforma una de las partes que también se le conoce como un paso subterráneo y establece una vía de comunicación a través de una montaña, por otro lado, los túneles son muy importantes para los diferentes usos que se tendrá, así como para transporte hidráulico, en carreteras, y también en la minería.

Los túneles son excavaciones subterráneas en las cuales existe una variedad de formas para la realización del túnel que este dependerá del tamaño de la sección, la naturaleza del terreno y la misma duración de su estructura, para ello se utilizan diferentes tipos de equipos de perforación y también el uso de explosivo para poder apertura el túnel,

Las labores subterráneas son parte fundamental para el inicio de un proyecto subterráneo. Para su evaluación principal se deben de tomar en cuenta los aspectos técnicos, así como el tipo de roca, el tamaño de la sección y para qué uso se le va a dar, dentro de las etapas del proceso de construcción, se consideran los estudios geológicos, estudios hidrogeológicos y la selección del tipo de perforación y diseño de malla a utilizar para la apertura del túnel.

Una de las tendencias en la actualidad en construcción de túneles, es el uso de máquinas tuneladoras o Túnel Boring Machine (TBM). Utilizadas para excavaciones



en roca de dureza baja, media o alta, logran excavar el frente de roca a plena sección mediante la acción mezclada de la rotación y el empuje continuado de una cabeza provista de herramientas de corte distribuidas en su superficie frontal.

En conclusión, los túneles son excavaciones horizontales que nos permiten llegar a un cuerpo mineralizado sea por diferentes métodos de perforación y a su vez este nos permite tener acceso directo al cuerpo mineralizado sea por diferentes métodos de perfección.

De acuerdo a su concepto definición un túnel es un paso subterráneo abierto en el interior de una mina para establecer comunicación entre diferentes galerías y así poder comunicar unas con otras de un extremo a otro.

Para el caso de su construcción se tiene que tomar en cuenta una serie de etapas, comenzando con un estudio detallado del lugar donde se planea ejecutar la obra.

#### – **Galería**

Las galerías son labores horizontales que no tienen salida directa la superficie A diferencia de otras labores que sí tienen acceso estos son destinados a transporte de carga circulación del personal ventilación y desagüe en minería.

La galería quiere decir que es una excavación horizontal, o poco inclinada, en que una de las dimensiones es mucho mayor que las otras dos. Es similar a un túnel de carretera o ferrocarril. Las galerías reciben distintos nombres según su función o su posición respecto a la roca a explotar.

Las galerías horizontales también son como niveles las cuales se tiene un frente de trabajo que existe en una mina, es muy importante trabajar desde un pozo que está establecido por niveles a intervalos regulares y generalmente con una separación de 50 metros a más.

Mucho de los accesos a mina tiene distintos nombres por ejemplo a la galería principal normalmente es llamada socavón, cuando la galería está situada en la ladera del monte y por encima de nivel del valle recibe el nombre de socavón.

Algunas de las funciones que recibe las galerías son las siguientes

- Nivel de acceso al depósito mineral.
- Ingreso principal para el ingreso de personal, herramientas, materiales, equipos, maquinarias y otros.
- Análisis de la continuidad del yacimiento.
- Como paso para las diversas conducciones necesarias para el funcionamiento de la mina: energía eléctrica, aire comprimido y desagüe.

– **Rampa**

Una rampa es un elemento de arquitectura, que permite vincular conectar dos galerías que se encuentran a diferente altura, lo que nos permite una rampa es ascender o descender ciertas zonas u otros espacios a través de superficies.

Las rampas están desarrolladas sobre roca o material estéril, donde se tiene secciones grandes, considerable pendiente (12%) a fin de ganar longitud y altura.

- La rampa une dos o más niveles de diferentes cotas.
- Requiere primero un proyecto o diseño, luego se ejecuta por voladura. Sus funciones son:
- Labor de accesos de equipos y maquinarias pesadas sobre llantas a interior Mina desde la superficie o entre los niveles.
- Permite la extracción del mineral por medios rápidos y flexibles con equipos de bajo perfil.
- Permite el acceso de personal, materiales, insumos y herramientas

## **CAPITULO 3**

### **GEOLOGIA DEL PROYECTO**

#### **3.1 Descripción general del Lugar Estudio**

##### **3.1.1 Ubicación Geográfica**

El Proyecto materia de análisis está situado, en el Distrito de Ollachea de la Provincia de Carabaya, Departamento de Puno, al sureste del Perú. Específicamente está localizado a 5 kilómetros del pueblo, la zona se llama balcón de oro, la zona es Minapampa y Concurayoc a 20 minutos del centro poblado de Ollachea.

El proyecto está situado a 3000 m.s.n.m donde el acceso se puede realizar por medio de dos vías:

**Por vía Aérea:** el acceso es por vía aérea esto se realiza desde la ciudad de Lima hasta la Ciudad de Juliaca con un tiempo de viaje de 1 hora y 30 minutos.

Después se continua mediante vía terrestre. La primera vía se inicia en el Aeropuerto Internacional Inca Manco Cápac en la ciudad de Juliaca, para luego dirigirse por vía terrestre por la ruta Juliaca-Azángaro- Macusani-Ollachea.

La segunda vía se inicia partiendo de Lima utilizando la Carretera Panamericana Sur siguiendo la ruta de Lima–Ica–Nasca–Arequipa–Juliaca–Azángaro–Macusani–Ollachea. En el siguiente cuadro se detallan las características de las vías de acceso al proyecto, se puede observar los accesos principales a la zona del proyecto. (ver tabla 02)

Sus coordenadas centrales son: 339,400 Este, 8'474,600 Norte, una altitud del orden de 3,100 a 3,200 msnm (DATUM PSAD 56, ZONA 19 SUR).

**Tabla Nº 02 Vías de acceso**

<b>Vías de Acceso</b>	<b>Distancias (Km.)</b>	<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>Características de las Vías</b>
<b>Vía Aérea</b>			
Callao (Lima) – Juliaca (Puno)	841.57	1.30	Vía Aérea
<b>Vía Terrestre</b>			
Lima-Nasca-Ica-Arequipa	1003	15	Carretera Panamericana Sur (Asfaltada)
Arequipa-Juliaca	279	5	Carretera Asfaltada
Juliaca – Azángaro-Macusani-Ollachea	310	5	Carretera Inter Oceánica (Asfaltado-Afirmado)
Distrito de Ollachea –Proyecto balcón de oro	5	0.5	Trocha Carrozable
<b>Total, Terrestre</b>	<b>2438.6</b>	<b>27</b>	

**Fuente: elaboración propia**

### **3.1.2 Climatología.**

#### **- Precipitación**

Las lluvias en la cordillera, se originan parcialmente por las corrientes húmedas que suben desde el Pacífico y desde la Cuenca Amazónica.

Las corrientes húmedas de la Cuenca Amazónica son de mayor volumen que las del Pacífico, cuyo nivel de evaporación se encuentra en parte controlada por las peculiares condiciones de clima que genera la corriente marítima de Humboldt. Por este motivo las precipitaciones en la vertiente Atlántico son mayores que las del Pacífico.

Las precipitaciones por lo general, se presentan después del mediodía, evidenciando el carácter convectivo de las mismas. En efecto el sol calienta por las mañanas masas de aire que suben hacia zonas más frías provocando la caída de lluvias.

Entre los 3,500 y 4,500 msnm, las precipitaciones pueden ser líquidas o sólidas. Para mayores altitudes la precipitación sólida se vuelve predominante.

Debe señalarse, que las precipitaciones de tipo sólido (granizo y nieve), también aportan un cierto porcentaje de escorrentía, especialmente en época de estiaje ya que los deshielos en esta área son muy abundantes por la amplia extensión que cubren los nevados.

La época de mayores precipitaciones, se da durante los meses de diciembre a abril, siendo los meses de octubre, noviembre y mayo meses de transición. La época seca corresponde al resto del año, esto es, entre los meses de junio a setiembre.

#### **- Temperatura**

En el Perú el clima se define por el gran contraste de su territorio y esta se divide en tres grandes regiones o climas, así como costa, sierra y selva, cada uno con sus diferentes peculiaridades de acuerdo a su piso altitudinal que nos encontremos.

### **3.1.3 Geología Regional**

#### **- Introducción**

El área de estudio se encuentra emplazada en la vertiente Este de la Cordillera Oriental, en la cuenca hidrográfica del río San Gabán.

La columna estratigráfica está conformada por rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas y depósitos inconsolidados del Cuaternario, cuyas edades comprenden desde el Paleozoico (Ordoviciano) hasta el Cuaternario (Holoceno).

El Paleozoico está representado por: la formación Sandía (Os-s), formación Ananea (SD-a) y el grupo Mitu (Ps-mi), el Cenozoico, representado por las ignimbritas de la formación Quenamari (Nm-sa, Np-ya y Nm-ch). Una serie de depósitos inconsolidados de tipo morrénico (Qh-mo), fluvio glacial (Qh-gf) y aluvial (Qh-al), completan la estratigrafía del área. Esta secuencia estratigráfica está atravesada por el Plutón de San Gabán y la Sienita Nefelínica.

Tres fases tectónicas han afectado los diferentes terrenos que conforman la estratigrafía de este segmento de la Cordillera Oriental (Cordillera de Carabaya): Fase Eohercínica, Fase Tardihecínica y finalmente una Fase Intramiocénica de distensión fue responsable de grandes volúmenes de flujos ignimbríticos.

#### **- Geomorfología**

Regionalmente el proyecto se encuentra emplazado en un tramo de la Cordillera Oriental, en la zona de transición entre esta Cordillera y el llano Amazónico, denominada zona subandina.

La zona subandina se caracteriza por su relieve accidentado, conformado por cadenas de cerros con altitudes que disminuyen progresivamente hacia el Noreste, desde los 3,800 m.s.n.m., junto a la cordillera, hasta los 1500 m.s.n.m., (localidad de Chacaneque), su relieve es accidentado, resultado del fuerte bisectamiento a que está sometido este territorio por acción de los numerosos cursos de agua que sobre él discurren. Es zona de fuerte erosión, los valles tienen forma de “V”, con un fondo muy angosto y paredes laterales muy empinadas. Debido al clima lluvioso de esta zona y la fuerte erosión, los taludes pierden estabilidad produciéndose derrumbes y deslizamientos.

Los ríos como el Ollachea tienen fuerte pendiente, con rápidos y caídas de agua por las paredes laterales de los valles, debido a la desembocadura de quebradas colgadas. Dentro de esta zona subandina, se ubica el valle del río Macusani-Ollachea-San Gabán. El área del proyecto se encuentra emplazado en un tramo del valle del río

Ollachea (ladera izquierda) y comprende un sector de la quebrada Oscoco Ccachi, tributario de la margen izquierda, entre las cotas 2,700 y 3,200 m.s.n.m., aproximadamente.

En el fondo del valle del río Ollachea, se encuentran depósitos aluviónicos muy gruesos, con formación de terrazas muy estrechas y plataformas aluviónicas, donde se encuentran asentadas las poblaciones de Ollachea, Camatani y Tabina Pampa.

Cabe mencionar que la población de Ollachea, se encuentra asentada en el antiguo abanico de la quebrada Oscoco Ccachi.

## **3.2 Estratigrafía**

### **3.2.1 Paleozoico**

#### **- Formación Sandia (Os-s)**

Esta unidad litoestratigráfica del Paleozoico (Ordovícico superior), constituida por pizarras, areniscas cuarzosas de grano fino a medio y siltitas; se encuentra afectada por un plegamiento algo apretado, dando lugar a anticlinales y sinclinales ligeramente inclinados hacia el SO. En esta formación se ha emplazado el Plutón de San Gabán.

Esta unidad aflora ampliamente en ambas laderas del valle de San Gabán entre Ollachea y Tabina Pampa, y en el tramo comprendido desde aguas abajo de Chacaneque hasta Churumayo.

El contacto con la formación Ananea en la localidad de Ollachea se realiza por intermedio de una falla inversa de alto ángulo, el contacto con el grupo San José es por falla (aguas abajo de Churumayo).

#### **- Formación Ananea (SD-a)**

Esta formación de edad Siluriano – Devoniano, aflora ampliamente en el área del proyecto, en ambas laderas de la quebrada Oscoco Ccachi, en la margen y ladera

derecha de la quebrada Ccalachaca (Baños Termales de Ollachea) y en la margen y ladera izquierda del valle del río Corani.

Litológicamente consiste de una secuencia de capas de pizarras, siltitas, areniscas, lutitas negras pizarrosas, cuarcitas y esquistos arenosos. Las capas de siltitas contienen micas como sericita, moscovita y clorita.

Esta unidad se encuentra plegada y afectada de una esquistosidad de fractura. Las características sedimentarias correspondientes a siltitas y lutitas con laminación milimétrica, sugiere facies de llanura abisal o cuenca con déficit de aportes detríticos. Cabe resaltar que en esta formación estará emplazado el futuro Túnel de exploración de la Mina Ollachea.

- ***Grupo Mitu (Ps-mi)***

Esta unidad de edad Perminiano superior, aflora en los alrededores del nevado Allin Ccapac, extendiéndose hasta la parte baja de los ríos Macusani y Corani. Litológicamente la parte inferior está constituida por una secuencia molásica de conglomerados polimícticos, de clastos subangulosos, cuyo tamaño es de 10 a 30 cm, la matriz es una arena gruesa subangulosa de color rojizo, continúan sobre los conglomerados lutitas rojas, en las que se intercalan algunas capas de areniscas. La parte superior está compuesta de una sucesión gruesa de derrames lávicos que varían entre 10 y 20 m y están constituidas por lavas andesíticas, porfíricas con desarrollo de gruesos cristales de plagioclasa.

El Grupo Mitu sobreyace en discordancia angular al Grupo Copacabana e infrayace también en discordancia angular a las ignimbritas de la formación Quenamari. Esta unidad no tiene relación directa con el proyecto.



### **3.2.2 Cenozoico**

#### **- Formación Quenamari**

Esta unidad del Neógeno está conformada por tobas ignimbríticas, en las cuales se ha podido identificar tres miembros:

##### **- Miembro Chacacuniza (Nm-ch)**

Se le conoce así a una serie de cadenas denominadas tobácea estratificada, de composición riolítica y naturaleza lapillítica y litoclástica, el tamaño es variable, desde unos 170 m. por el río Chacacuniza a más de 350 m. en el Cerro Sumpiruni y las cabeceras del río Quenamari, este miembro descansa en discordancia angular sobre el grupo Mitu e infrayace en concordancia al miembro Sapanuta.

##### **- Miembro Sapanuta (Nm-sa)**

Se le conoce así a una sucesión tobácea de estructura columnar, de formación riolítica y de textura cristaloclástica, el rasgo más distintivo es la forma de meseta estructural que ha formado, que se levanta sobre altitudes de 4,800 a más de 5,200 m, con una superficie muy homogénea, subhorizontal y parcialmente cubierto por glaciares, este miembro suprayace en discordancia angular a la formación Ananea, al grupo Mitu y a la formación Hanchipacha; sobreyace concordantemente al miembro Chacacuniza.

##### **- Miembro Yapamayo (Np-ya)**

Se denomina así al último gran evento de flujo piroclástico caracterizado por una morfología poco degradada, secuencia conformada por gruesas capas de tobas blanca grisácea pobremente estratificada, intercalada con algunas tobas lapillíticas, tobas de naturaleza riolítica, sobreyace concordantemente al miembro Sapanuta.

Cabe resaltar que la formación Quenamari no tiene relación directa con el proyecto.

##### **- Depósitos Cuaternarios (Q)**

En el escenario del estudio se representa diversos tipos asociados a las geoformas actuales de la cordillera Carabaya, algunos directamente conectados al nevado Allin

Ccapac en sus partes bajas, rellenos valles como el valle Ollachea – San Gabán; así se presentan los depósitos morrénicos, fluvioglaciales y aluviales.

- **Depósitos Morrénicos (Q-mo)**

En el flanco occidental del nevado Allin Ccapac (cuenca alta del río Macusani), se encuentran extensos depósitos de morrenas originados por la dinámica glacial, durante el proceso de de glaciación y retroceso glacial.

Estos depósitos están formados por gravas y bloques angulosos sin selección, aglutinados en una matriz areno arcillosa y se ubican por encima de los 4,200 m. de altitud, generalmente son morrenas de tipo lateral.

Estos depósitos morrénicos no tienen relación directa con el proyecto.

- **Depósitos fluvioglaciales (Q-fg)**

Estos depósitos se forman por la erosión de los depósitos morrénicos; se trata de conos aluviales que descienden de las paredes laterales de los valles, conformando terrazas que rellenan los fondos de los valles y consisten de gravas subredondeadas, arenas gruesas, limos, arcillas, así mismo engloban bloques de roca.

Estos depósitos no tienen relación directa con el proyecto.

- **Depósitos aluviales (Q-al)**

Estos depósitos se encuentran en general relleno los cauces actuales de los ríos y quebradas. Litológicamente consisten de gravas, cantos y bloques redondeados a subredondeados, aglutinados en una matriz arenosa con presencia de limo. Estos depósitos se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo del cauce y márgenes del río Ollachea - San Gabán, y otras quebradas tributarias. Los materiales de estos depósitos constituyen potenciales canteras de agregados para la construcción de las obras a proyectarse.

#### - **Rocas intrusivas (Pm-tr-gr)**

Para área del estudio se encuentran en cuerpos intrusivos, que a consecuencia de su emplazamiento cortan a rocas paleozoicas, desarrollando aureolas de metamorfismo de contacto con la presencia de cristales de andalucita y biotitas.

##### **3.2.3 Plutón de San Gabán**

Este intrusivo aflora principalmente sobre la carretera Ollachea – San Gabán, específicamente entre el puente Chinquini y Chacaneque, todos los afloramientos exhiben morfología agreste y están cubiertos por vegetación. Este Plutón está afectado por diques graníticos con una dirección promedio de N60°E El Plutón de san Gabán intruye al Paleozoico, a la altura del puente Chinquini donde termina la formación Sandia y comienza el intrusivo San Gabán, desarrolla una amplia zona de metamorfismo de contacto.

Cabe resaltar que las obras de conducción hidráulicas (Túnel de aducción y casa de máquinas) de la Central Hidroeléctrica San Gabán, se encuentran emplazados en el Plutón de San Gabán.

#### - **Sienita nefelínica (Jim-si)**

Se trata de un intrusivo menor que aflora en la confluencia de los ríos Corani y Macusani. Macroscópicamente presenta una textura gruesa porfírica, de color gris claro, holocristalina. Este intrusivo corta las rocas volcánicas del Grupo Mitu desarrollando facies de metamorfismo de contacto y en los alrededores del puente San Francisco corta a la formación Ananéa. La Nefelina es el feldespatóide más destacable.

##### **3.2.4 Geología Estructural**

El área de estudio comprende un segmento de la Cordillera Oriental, compuesto por rocas del Paleozoico, el cretáceo está poco representado, unas capas ignimbríticas tabulares del Neógeno completan el edificio estructural.

El paleozoico inferior muestra una deformación de tipo plástico. El paleozoico superior se encuentra conformando mayormente monoclinales fallados. El Neógeno se presenta en una posición subhorizontal tabular inclinado levemente al NE. Dos sistemas de fallas principales afectan los diferentes terrenos que conforman el área de estudio.

#### - **Dominio Estructural de Huacune**

Se encuentra limitado al SO por la falla Paquillusi-Corani y al NE por la falla Ollachea. Entre estas dos fallas se encuentran las pizarras de la Formación Ananea, afectadas por un plegamiento plástico abierto, el cual forma un sinclinal y un anticlinal; además una equistosidad de fractura, subparalela a la estratificación, acompaña a esta deformación. En esta formación estará emplazado el proyectado túnel de exploración Ollachea. Este dominio estructural, así como el dominio estructural de Tantamaco están truncados hacia el Este por el Batolito de Coasa.

Las estructuras que conforman este dominio son: El anticlinal Yanacocha y el Sinclinal Cámara que se ubican al NE de Ollachea, distantes del área de estudio.

#### - ***Anticlinal Yanacocha***

Cuyo eje tiene una dirección general NO-SE, con ligera desviación al Oeste, en Corani. El núcleo está ocupado por sedimentos de la Formación Ananea, los buzamientos del flanco oriental son suaves mientras que los del flanco occidental son ligeramente más fuertes.

#### - ***Sinclinal Cámara***

Ubicado en la zona de Corani, su eje presenta una orientación preferencial NO-SE, con una inflexión hacia el Sureste, su núcleo está conformado por rocas sedimentarias silurodevonianas del Paleozoico inferior de la Formación Ananea, se extiende desde las nacientes de la quebrada Corcocucho hasta el río Laca.

#### - **Dominio Estructural de Tantamaco**

Este dominio se encuentra limitado al Norte por la falla Corani-Paquillusi y al Este por el sistema de fallas transcurrentes de Huascani Cocha. Este dominio está compuesto en su mayor parte por terrenos del Grupo Mitu, que son mayormente de composición volcánica, se hallan formando un gran monoclinal inclinado de  $20^{\circ}$  –  $40^{\circ}$  hacia el NE, es el caso de los afloramientos de los alrededores del nevado Allin Ccapac, valle de Macusani; en el valle de Corani se observa un anticlinal en el cerro Sorayoc.

En este dominio se presentan terrenos del Carbonífero (Grupos Ambo y Tarma) en monclinales limitados por fallas. Completa la estructura de este dominio una sucesión de flujos ignimbríticos tabulares en discordancia angular con el Grupo Mitu. Estas ignimbritas están afectadas por un fallamiento y fracturamiento de dirección NE en el que se ha emplazado mineralización de uranio; estas estructuras se presentan en el cerro Chapuloma, en los cerros Pacrapata y Santo Pucará.

Se ha logrado identificar fallas longitudinales. Estas fallas tienen una orientación NO-SE, y son las fallas Paquillusi, Corani, Ollachea, y otras fallas menores, entre las que destaca la falla Ollachea.

##### **3.5.2 Falla Ollachea**

Es una falla inversa de alto ángulo, ubicada en el extremo central occidental del cuadrángulo de Ayapata, que pone en contacto a rocas de la formación Sandia con rocas de la formación Ananea, presenta una orientación N75°O.

Cabe señalar que un segmento del trazo de esta falla pasa cerca del sector previsto para el emplazamiento del túnel de exploración Ollachea.

#### - **Geodinámica Externa**

A lo largo del tramo del valle de los ríos Macusani-Ollachea-San Gabán, se presentan procesos erosivos de diferente naturaleza, entre los que destacan:

#### **- Erosión Fluvial**

Estos fenómenos ocurren en sectores donde las corrientes de agua del río actúan sobre áreas de debilidad geológica, como los depósitos inconsolidados del cuaternario o rocas poco competentes. Este tipo de procesos se muestran en el río Macusani aguas arriba del puente San Francisco y también aguas abajo de la localidad de Ollachea, dichos fenómenos afectan mayormente los taludes (inferior) de la carretera interoceánica.

## **CAPITULO 4**

### **METODO DE DISEÑO**

#### **4.1 Operación Minera**

#### **4.2 Método de Explotación**

La comunidad minera está dedicada al beneficio de minerales de oro, el sistema que emplea para la explotación es de forma artesanal. Uno de los problemas más preocupantes que se tiene en la mina es la perforación y voladura, debido a que se encuentra dos fallas, el cual genera una inestabilidad en las cajas, y por consiguiente una inseguridad en el área de trabajo tanto para el personal que labora como para los equipos.

La explotación constituye un modo particular de poder definir el material roto que es cargado extraído completamente hacia exterior mina y es por eso que las posiciones de las galerías están en relación a la veta donde estas son bastante poder definir las, por otro lado se puede admitir que para que las galerías son bases únicas por que se sigue la veta dentro de la zona mineralizada y los niveles intermedios que estas se

encuentran con potencias inferiores a 6 metros, las cuales podemos encontrar entre ellas por zonas de corte.

Debido a la estructura geológica de la mina, tiene un tipo de terreno fracturado, en este análisis se determina que, en la mina existen problemas técnicos dentro de un aspecto muy importante como es la perforación y voladura; para solucionar este problema se plantea el análisis de usar una voladura controlada.

La evolución de los sistemas de perforación ha influido en gran manera sobre el desarrollo de los explosivos y con ello en las técnicas de voladura.

Es por tal razón que se tiene la necesidad de implementar y desarrollar modelos para mallas de perforación y esquemas de voladura, esto parte de la premisa de un excesivo consumo de insumos y materiales, que a veces se requieren para sostener labores que han sido fracturadas excesivamente por una voladura convencional.

La voladura que se realiza mediante un trazo de la malla de perforación donde influye la fragmentación de la roca, así como la densidad de la carga explosiva en superficies de cortes no muy bien definidas, al mismo tiempo que contribuye a mejorar la estabilidad de la roca.

## **4.3 Marco Conceptual**

### **4.3.1 Introducción**

Con el objetivo de aumentar las reservas es inevitable seguir extendiendo nuevos niveles, con la finalidad de poder conservar una producción consolidada en dicha unidad minera. Por ende, se ha desarrollado un plan para llevar a cabo labores de avance horizontales y verticales.

#### **- Galerías**

Son labores con excavaciones horizontales que están elaboradas sobre una veta con dimensiones de 2 x 2 m. Las galerías conforman aperturas que comunican chimeneas y accesos para el personal al depósito mineral. Las galerías se encuentran



estandarizadas para acondicionar maquinarias como locomotoras, palas mineras, carros mineros y equipos de perforación. Los espacios de las galerías tienen que contener un margen considerable de espacio libre en los pasillos para la colocación de rieles, cuadros de madera, desagüe de minas y la ventilación, tubos de agua y aire comprimido, energía eléctrica y otras instalaciones.

#### - **Subniveles**

Son labores horizontales en interior mina que puede ser un poco inclinada con funciones específicas de preparación y explotación de un yacimiento y además delimita el block mineralizado. Se cuenta con una sección dimensionada en 2 x 2 m.

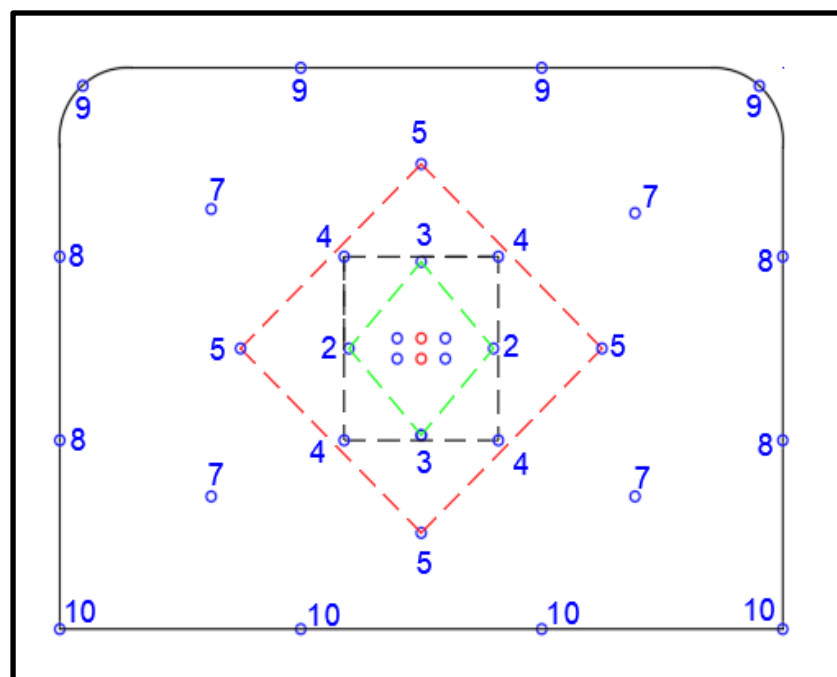
#### - **Perforación**

El proceso perforación se elabora de una manera convencional con equipos de perforación como el Jack Leg con unas barras integrales de 1.5" de diámetro y con una longitud de 4' con brocas de carburo de tungsteno.

#### - **Malla de Perforación**

Se elabora una perforación con promedio de 20 taladros divididos en una sección de 1.8 x 1.5 m. con 03 taladros de alivio. Los promedios de taladros usado varían de acuerdo a la labor y tipo de roca que se requiere volar. (Ver figura 01)

**Figura 01: diseño de malla de perforación**



**Fuente: elaboración propia.**

**- Peligros en el Procedimiento**

- Presencia de Gases
- Presencia de Polvo
- Presencia de Ruidos
- Liberación de rocas
- Manejo de equipos
- Caída de rocas
- Baja presión de agua y aire

**- Personal a Laborar**

- 1 perforista
- 1 ayudante

**- Equipos, Herramientas y Materiales a Emplear**

- Perforadora neumática con pie de avance
- Barrenos de 4'
- Barretillas de 4 y 6 pies
- Cucharillas de 4'
- Atacador de madera
- Cordel detonante
- Lampas y picos
- Plataforma de metal
- Saca barreno y/o grifa

#### **4.3.2 Procedimiento a Seguir:**

- Estandarizar la labor con ventilación y realizar un desatado de rocas del frente
- Extraer el punto gradiente y dirección (en el caso que la galería persigue la dirección de la veta) seguidamente proceder a marcar la sección del frente y pintar la malla de perforación
- Revisar las condiciones del equipo de perforación y sus accesorios correspondientes asimismo como la presión del agua y aire para un mejor funcionamiento del equipo
- Ambos operadores comenzaran con el empate de agua y suavemente hasta que la broca inicie a perforar y que el barreno no patine o se deslice, dirigiendo la simetría de los taladros
- Luego de empezar la perforación en el frente se empieza a controlar los tiempos de perforación. (ver Tabla N° 03)
- Concluida la perforación ambos operadores tiene que extraer el barreno del taladro con mucho cuidado y el equipo en funcionamiento
- Se debe realizar un barrido de taladros una vez como mínimo para prevenir que se obstruya el taladro
- Mover el pie de avance las veces que sea necesaria para que la máquina perforadora esta paralela al taladro y para que su avance sea eficiente en la perforación
- Volver a posicionar y empatar el siguiente taladro para así continuar el procedimiento hasta culminar con la malla de perforación.
- El operador es la persona exclusiva y autorizada a laborar con estos equipos.
- Mantener el orden y limpieza, así como dejar todo en su lugar apropiado.

#### **4.3.3 Algunos Parámetros de Perforación**

- Tiempo empleado en la perforación: 1,30hrs
- Tiempo efectivo del proceso de perforación: 1.20hrs

- Numero de taladros empleados por frente: 20
- Dimensiones de la sección: 1.8m x 1.5m
- Longitud por taladro: 1.80 m
- Metros de avance: 1.20m
- Pies perforados por frente: 168'
- Tiempo promedio empleado por taladro: 2.30 min
- Velocidad de perforación por taladro: 1.80 pies/minuto
- Eficacia de la perforación: 83.33%

**Tabla 03: Tiempos de Perforación**

N°	BARRENO DE 4' (min)		TIEMPO TOTAL PERFORACIÓN (min)	VEL. PERFORACIÓN (pies/min)	CONSUMO DE AGUA (pies./t)	CONSUMO DE AGUA EN M3
	TIEMPO/TALADRO	TIEMPO MUERTO				
1	2.3	0.13	2.43	1.5	0.46	0.013
2	2.3	0.08	2.38	1.53	0.45	0.013
3	2.3	0.17	2.47	1.45	0.48	0.013
4	2.3	0.37	2.67	1.44	0.48	0.014
5	2	0.3	2.3	1.33	0.52	0.015
6	2.4	0.8	3.2	1.43	0.48	0.014
7	2.4	0.25	2.65	1.39	0.50	0.014
8	2.6	0.32	2.92	1.08	0.64	0.018
9	2.4	0.14	2.54	1.4	0.49	0.014
10	2.7	0.25	2.95	1.36	0.51	0.014
11	2.1	0.18	2.28	1.83	0.38	0.011
12	2	0.08	2.08	1.11	0.62	0.018
13	2.4	0.32	2.72	1.12	0.62	0.018
14	2.3	0.53	2.83	1.45	0.48	0.013
15	2.2	0.13	2.33	1.17	0.59	0.017
16	2.2	0.17	2.37	1.24	0.56	0.016

17	2.6	0.18	2.78	1.3	0.53	0.015
18	2	0.32	2.32	1.33	0.52	0.015
	<b>41.5</b>	<b>4.72</b>	<b>46.22</b>	<b>24.46</b>	<b>9.31</b>	<b>0.265</b>

Fuente: elaboración propia

#### 4.4 Voladura

La voladura es un proceso de carga masiva de explosivos a todos los taladros hechos por la perforación empleando sustancias explosivas como cartuchos de dinamita (compuestos Semexa de 80% y 65 %) se da inicio encebando con mecha blanca y chispeo manual los primeros cartuchos que contienen el 80% denominados “armadas” y se comienza con chispeo manual.

El proceso de carguío está dado de un cartucho por cada metro perforado y poniendo en práctica no logramos cumplir ya que intervienen muchos factores como la presencia de agua en el frente, el posicionamiento de los taladros perforados y tipo de rocas.

##### - Peligros

- Presencia de gases
- Presencia de polvos
- Caída de rocas

##### - Personal Necesario

- 1 perforista
- 1 ayudante

##### - Equipos, herramientas y materiales a emplear

1. Cucharilla de 6' de longitud
2. Barretillas de 4' y 6' pies
3. Atacadores de madera
4. Punzon de cobre
5. Cartuchos de dinamita

- Exsa de 80% y 65% (empleado en frentes de 1.5 x 1.8 m. entregados particularmente 20 cartuchos de 80%)
- Carmex (es un conector, guía de seguridad, fulminante) la cantidad varia en cuanto al número de taladros.

6. Se requiere de 10m de mecha rápida (igniter cord)

7. Fosforo

8. Cuchilla

- **Procedimiento a seguir:**

Examinar la limpieza de los taladros para prevenir la obstrucción de algunos taladros con los atacadores, principalmente los del piso y si se diera el caso usar la cucharilla Suavizar los cartuchos seguidamente hacer dos agujeros empleando el punzón para proceder a encebar el cartucho el cual vendría a ser el armado que se introduce al primer taladro y el atacador.

Cargamos toda la columna del taladro con sus respectivos cartuchos introduciéndolos 2 primeros cartuchos de 80% y atacando, seguidamente introducir los demás cartuchos 2 y atacadores.

Juntar las colas de las armadas con la mecha rápida adecuadamente con la malla de voladura

Dar inicio al chispeo con el arranque luego las ayudas, cuadroneos, alzas, pisos y arrastres(cuneta) siguiendo una secuencia

En la Tabla N° 04 se visualiza la cantidad de explosivos usados.

#### **4.5 Algunos Parámetros de la Voladura (Promedios)**

- Cantidad de taladros cargados: 20
- Cantidad de taladros vacíos: 1 o ninguno
- Metros perforados: 1.83m
- Metros de avance: 1.50m

- Volumen: 7.56 m<sup>3</sup>
- Tonelaje: 20.41 m<sup>3</sup>
- Peso de carga por frente: 13.26 kg
- Factor de carga: 0.83
- Factor de carga por frente: 13.26 kg
- Factor de carga: 0.65 kg/ton
- Factor específico de carga: 1.75 kg/cm<sup>3</sup>
- Redimiento: 0.70
- Factor de rotura: 0.11 pies/ ton

**Tabla N° 04: Cantidad de explosivo**

N°	TIPO DE CARTUCHO		N° DE CARTUCHOS	PESO DE CARTUCHOS	N° DE CARTUCHOS POR PIE	PESO DE CARGA POR PIE
	80%	65%				
1	2	1	3	0.476	1.00	0.079
2	2	1	3	0.476	1.00	0.079
3	2	1	3	0.476	1.00	0.079
4	2	1	3	0.476	1.00	0.079
5	2	1	3	0.476	1.00	0.079
6	2	1	3	0.476	1.00	0.079
7	2	1	3	0.476	1.00	0.08
8	2	1	3	0.476	1.00	0.079
9	2	1	3	0.561	1.17	0.094
10	2	1	3	0.719	1.50	0.12
11	0	1	1	0.486	1.00	0.081
12	2	1	3	0.482	1.00	0.08
13	2	1	3	0.64	1.30	0.107
14	2	1	3	0.476	1.00	0.079
15	2	1	3	0.476	1.00	0.079
16	2	1	3	0.476	1.00	0.079
17	2	1	3	0.476	1.00	0.079
18	2	1	3	0.476	1.00	0.079
19	2	1	3	0.557	1.17	0.093
20	2	1	3	0.557	1.17	0.093
21	2	1	3	0.557	1.17	0.093
22	2	1	3	0.476	1.00	0.079
23	0	1	1	0.486	1.00	0.081
24	0	1	1	0.486	1.00	0.081
25	2	1	3	0.565	1.17	0.094
26	2	1	3	0.565	1.17	0.094
27	0	1	1	0.486	1.00	0.081
	<b>46</b>	<b>27</b>	<b>72</b>	<b>13.811</b>	<b>28.82</b>	<b>2.299</b>

Fuente: elaboración propia



**Tabla N° 05: Cantidad de explosivo**

N°	TIPO DE CARTUCHO		N° DE CARTUCHOS	PESO DE CARTUCHOS	N° DE CARTUCHOS POR PIE	PESO DE CARGA POR PIE
	80%	65%				
1	2	1	3	189	1.00	0.08
2	2	1	3	189	1.00	0.08
3	2	1	3	189	1.00	0.08
4	2	1	3	189	1.00	0.08
5	2	1	3	189	1.25	0.099
6	2	1	3	189	1.25	0.099
7	2	1	3	189	1.00	0.08
8	2	1	3	189	1.00	0.08
9	1	2	3	189	1.00	0.08
	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>27</b>	<b>1.701</b>	<b>9.5</b>	<b>0.758</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.6. Limpieza**

Para la limpieza se procede a recoger todo el material inservible empleando carretillas y lampas más dos trabajadores que ayuda a llevar el material hacia la exterior mina cuya capacidad es de 530 kg.

Antes de realizar la limpieza se empieza con el riego y ventilación del material, así mismo se realiza un desatado de rocas tanto como techo y paredes.

Encima del cuadro se implanta el “guarda cabeza” este cuenta con 8 listones y encima 5 rajas, todo ello para el cuidado y protección del personal

##### **- Peligros presentados**

- Presencia de gases
- Presencia de polvos
- Presencia de ruidos
- Caída de rocas
- Manipuleo de equipos

##### **- Personal necesario**

- 1 operador

- 2 ayudantes
- **Equipos, herramientas y materiales a emplear**
- Carretillas
- Barretillas de 4', y 6' pies
- Lampas
- Picos
- Aceitera
- Cadena y pin combo de 20 lbs
- **Procedimiento a seguir:**
- Comenzamos estandarizando el nivel con el regado, ventilando y desatando rocas
- Examinamos las condiciones del equipo, aceite, estribo, conexiones, cadena, seguros, uñas en un buen estado, seguros y giro de tornamesa.
- Solo se utilizará una carretilla en frentes con dimensiones de 1.5 x 1.8m.
- Se desata las veces necesarias del frente y se lampea la carga si fuera necesario
- Durante la limpieza el personal debe realizar el carguío a la carretilla
- Dejar limpio los equipos y reportar el estado del mismo a la siguiente guardia
- **Parámetros de limpieza (promedios)**
- Tiempo de limpieza: 2.98 Horas
- Tiempo efectivo de limpieza: 51.92 minutos
- Numero de baldes utilizados en el winche es de: 08
- Peso promedio es de 350 kilos
- Rendimiento (Toneladas por hora): 5.14 ton/ Hr
- Tiempo de acarreo: 1.05 hrs
- Eficiencia/disparo: 89.76 %
- Toneladas extraídas: 15.32 ton

#### **4.7 Subniveles**

Son labores horizontales en interior mina las cuales son un poco inclinadas donde cumplen funciones específicas de preparación y explotación de los yacimientos además también delimita el block mineralizado. Se cuenta con una sección dimensionada en 1.5 x 1.5m.

##### **- Perforación**

El proceso perforación se elabora de una manera convencional con máquinas perforadoras como maquinas bosch o equipos Jack Leg con unos barrenos integrales de 1.5" de diámetro y con una longitud de 4' con brocas de carburo de tungsteno y brocas de brocas de 87 cm y 40cm con diámetro de 32 mm

##### **- Malla De Perforación**

El proceso de perforación es realizado dependiendo al tipo de malla a usar, ya sea zigzag si esta está rodeando a toda la estructura mineralizada (6-9 taladros) y si es con una malla convencional se mantiene la sección (19 taladros).

##### **- Peligros en el procedimiento**

- Presencia de gases
- Presencia de polvo
- Presencia de ruido
- Caída de rocas
- Manejo de equipos
- Caída de personas
- Baja presión de agua y aire

##### **- Personal**

- 1 perforista
- 1 ayudante

##### **- Equipos, Herramientas y Materiales a Emplear**

- Perforadora Bosch o jackelg

- Barrenos de 4'
- Barretillas de 4, 6 pies
- Cucharillas de 8'
- Atacador de madera
- Lampas y picos
- Aceitera
- Sacabarreno y/o grifa

- **Procedimiento a seguir:**

- Estandarizar la labor con ventilación y realizar un desatado de rocas del frente
- Revisar las condiciones del equipo de perforación y sus accesorios correspondientes asimismo como la presión del agua y aire para un mejor funcionamiento del equipo
- Ambos operadores comenzaran con el empate de agua y suavemente hasta que la broca inicie a perforar y que el barreno no patine o se deslice, dirigiendo la simetría de los taladros
- Concluida la perforación ambos operadores tiene que extraer el barreno del taladro con mucho cuidado y el equipo en funcionamiento
- Se presenta la cantidad de explosivos utilizados en la tabla N° 06.
- Se debe realizar un barrido de taladros una vez como mínimo para prevenir que se obstruya el taladro
- Volver a posicionar y empatar el siguiente taladro para así continuar el procedimiento hasta culminar con la malla de perforación.
- El operador es la persona exclusiva y autorizada a laborar con estos equipos.
- Mantener el orden y limpieza, así como dejar todo en su lugar apropiado.

- **Algunos Parámetros de Perforación**

- Tiempo empleado en la perforación: 1,1hrs
- Tiempo efectivo del proceso de perforación: 56.67hrs

- Numero de taladros empleados por frente: 19
- Dimensiones de la sección: 1.5m x 1.5m
- Longitud por taladro: 1.22 m
- Pies perforados por frente: 65'
- Tiempo promedio empleado por taladro: 2.98 min
- Velocidad de perforación por taladro: 1.36 pies/minuto
- Eficacia de la perforación: 85%

**Tabla N° 06: Cantidad de eplosivos**

N°	TIPO DE CARTUCHO		N° DE CARTUCHO S	PESO DE CARTUCHO S	N° DE CARTUCHO S POR PIE	PESO DE CARGA POR PIE
	80%	65%				
1	3	1	4	0.476	1.00	0.079
2	3	1	4	0.476	1.00	0.079
3	3	1	4	0.476	1.00	0.079
4	3	1	4	0.476	1.00	0.079
5	3	1	4	0.476	1.00	0.079
6	3	1	4	0.476	1.00	0.079
7	3	1	4	0.476	1.00	0.08
8	3	1	4	0.476	1.00	0.079
9	3	1	4	0.561	1.17	0.094
10	3	1	4	0.719	1.50	0.12
11	0	1	1	0.486	1.00	0.081
12	3	1	4	0.482	1.00	0.08
13	3	1	4	0.64	1.30	0.107
14	3	1	4	0.476	1.00	0.079
15	3	1	4	0.476	1.00	0.079
16	3	1	4	0.476	1.00	0.079
17	3	1	4	0.476	1.00	0.079
18	3	1	4	0.476	1.00	0.079
19	3	1	4	0.557	1.17	0.093
20	3	1	4	0.557	1.17	0.093
21	3	1	4	0.557	1.17	0.093
22	3	1	4	0.476	1.00	0.079
23	0	1	1	0.486	1.00	0.081
24	0	1	1	0.486	1.00	0.081
25	3	1	4	0.565	1.17	0.094
26	1	1	2	0.565	1.17	0.094
27	0	1	1	0.486	1.00	0.081
	<b>67</b>	<b>27</b>	<b>173</b>	<b>13.811</b>	<b>28.82</b>	<b>2.299</b>

Fuente: elaboración propia

#### **4.8 Voladura**

La voladura es un proceso de carga masiva de explosivos a todos los taladros hechos por la perforación empleando sustancias explosivas como cartuchos de dinamita (compuestos Semexa de 80% y 65 %) se da inicio encebando los primeros cartuchos que contienen el 65% denominados “armadas” y se comienza con cordón de mecha blanca.

El proceso de carguío está dado de un cartucho por cada metro perforado y poniendo en práctica no logramos cumplir ya que intervienen muchos factores como la presencia de agua en el frente, el posicionamiento de los taladros perforados y tipo de rocas.

- **Peligros**

- Presencia de gases
- Presencia de polvos
- Caída de rocas

- **Personal Necesario**

- 1 perforista
- 1 ayudante

- **Equipos, Herramientas Y Materiales A Emplear**

- Cucharilla de 4' de longitud
- Barretillas de 4' pies
- Atacadores de madera
- Punzon de cobre
- Cartuchos de dinamita Semexsa de 80% y 65% (empleado en frentes de 1.5 x 1.5m. entregados particularmente 20 cartuchos de 80%)
- Se requiere de 5m de mecha rápida (igniter cord)

- Fosforo
- Cuchilla

- **Procedimiento A Seguir:**

- Examinar la limpieza de los taladros para prevenir la obstrucción de algunos taladros con los atacadores, principalmente los del piso y si se diera el caso usar la cucharilla
- Examinar el número y cartuchos según la tabla N° 07
- Suavizar los cartuchos seguidamente hacer dos agujeros empleando el punzón para proceder a encebar el cartucho el cual vendría a ser el armado que se introduce al primer taladro y el atacador.
- Cargamos toda la columna del taladro con sus respectivos cartuchos introduciéndolos 2 primeros cartuchos de 80% y atacando, seguidamente introducir los demás cartuchos y atacadores.
- Juntar las colas de las armadas con la mecha rápida adecuadamente con la malla de voladura
- Dar inicio al chispeo con el arranque luego las ayudas, cuadradores, alzas, pisos y arrastres(cuneta) siguiendo una secuencia

- **Algunos Parametros De La Voladura (Promedios)**

- Cantidad de taladros cargados: 20
- Cantidad de taladros vacíos: ninguno
- Metros perforados: 1.22m
- Metros de avance: 1.15m
- Volumen: 2.64 m<sup>3</sup>
- Tonelaje: 7.13 m<sup>3</sup>
- Peso de carga por frente: 6.67kg
- Factor de carga: 0.90
- Factor de carga por frente: 13.26 kg

- Factor de carga: 0.65 kg/ton
- Factor específico de carga: 0.53 kg/cm<sup>3</sup>
- Redimiento: 0.38
- Factor de rotura: 0.12 pies/ ton

**Tabla N° 07: Cantidad de explosivos para subniveles**

N°	TIPO DE CARTUCHO		N° DE CARTUCHOS	PESO DE CARTUCHOS	N° DE CARTUCHOS POR PIE	PESO DE CARGA POR PIE
	80%	65%				
1	2	1	3	0.476	1.00	0.079
2	2	1	3	0.476	1.00	0.079
3	2	1	3	0.476	1.00	0.079
4	2	1	3	0.476	1.00	0.079
5	2	1	3	0.476	1.00	0.079
6	2	1	3	0.476	1.00	0.079
7	2	1	3	0.476	1.00	0.079
8	2	1	3	0.555	1.17	0.093
9	2	1	3	0.719	1.50	0.12
10	2	1	3	0.877	1.83	0.146
11	2	1	3	0.881	1.83	0.147
12	2	1	3	0.395	0.83	0.066
13	2	1	3	0.405	0.80	0.068
14	2	1	3	0.395	0.83	0.066
15	2	1	3	0.405	0.83	0.068
16	2	1	3	0.405	0.83	0.68
17	2	1	3	0.557	1.17	0.093
18	2	1	3	0.476	1.00	0.079
19	2	1	3	0.559	1.17	0.093
20	2	1	3	0.476	1.00	0.079
	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>13.01</b>	<b>27.11</b>	<b>2.781</b>

Fuente: Elaboración propia



#### 4.8. Limpieza

Se refiere la extracción de todas las rocas sueltas de la roca después de realizar la voladura y se retira con el uso de una lampa y carretillas ya que se cuenta con una pequeña sección con dimensiones de 1.5 x 1.8m.

- **Peligros presentados**

- Presencia de gases
- Presencia de polvos
- Caída de rocas
- Manipuleo de equipos

- **Personal necesario**

- 1 operador
- 1 ayudantes

- **Equipos, herramientas y materiales a emplear**

- Lampas
- Barretillas de 4' pies
- Picos
- Carretillas
- Combo de 20 lbs

- **Procedimiento a seguir:**

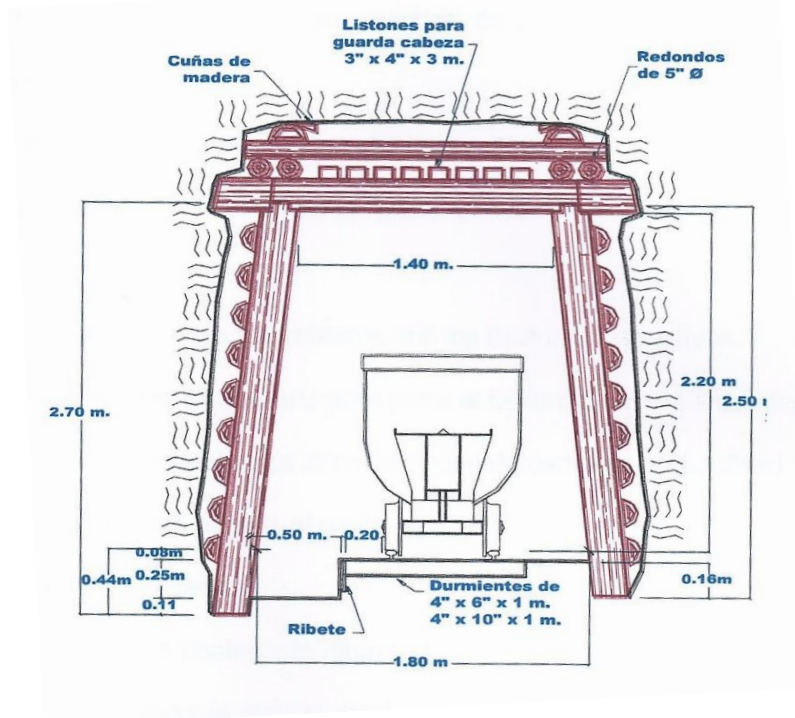
- Comenzamos estandarizando el nivel con el regado, ventilando y desatando rocas
- El desatado de rocas se realiza reiteradas veces hasta que todas las rocas sueltas se desprendan
- Si es necesario se procederá a instalar puntales de seguridad se realiza de inmediato y se tiene que armar el cuadro y limpiar el material hasta que dejar un espacio predeterminado para toda la instalación del todo el cuadro (ver figura 02)
- Seguir con la limpieza acarreando hacia el buzón
- Ambos trabajadores realizaran de manera intercalada para así poder descansar

- Dejar limpio y en orden todas las herramientas utilizadas y reportar las condiciones para la siguiente guardia

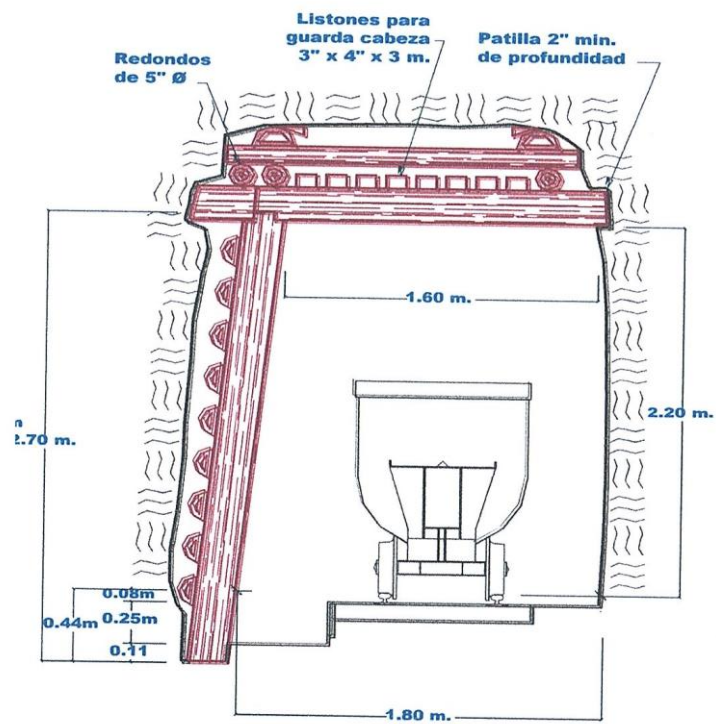
- **Parámetros de limpieza (promedios)**

- Tiempo de limpieza: 1.37 Horas
- Tiempo efectivo de limpieza: 53.60 minutos
- Numero de carretillas: 34
- Capacidad de cuchara de la lampa: 0.0066m<sup>3</sup>
- Capacidad de carretilla: 0.13m<sup>3</sup>
- Palas promedio de carro: 12
- Rendimiento (Toneladas por hora): 8.88 ton/ Hr
- Tiempo de acarreo: 16.16 hrs
- Eficiencia/disparo: 99.36 %
- Numero de carretillas por hora: 25 carros / Hr
- Toneladas extraídas: 12.17ton

Figura 02: diseño de cuadros de madera.



### SECCION TRANSVERSAL



## **4.9 Chimeneas**

Son excavaciones verticales o fuertemente inclinadas que conectan galerías con distintos Puntos. Cuenta con un casillero una de tolva y otra de buzón y un camino con descansos de cada 3m. la chimenea cuenta con una longitud de 10 y 20 m el cual son muy útiles para uno, dos niveles o con superficie donde se transforma en un acceso para el personal a las labores de trabajo, así como también el acceso al mineral y los diferentes modos de extraerlos por niveles. En la chimenea se efectúa la ventilación de todas las labores subterráneas. Las chimeneas cuentan con una inclinación desde los 60 grados hasta el vertical.

### **4.9.1 Perforación**

La realización de diseño de malla para la perforación y voladura de una chimenea es considerada como un trabajo de alto riesgo en el cual tenemos que emplear todas las medidas de seguridad necesarias como el uso obligatorio de los EPPs y el uso del arnés de seguridad conjuntamente la línea de vida bien anclada en un puntal ubicado sobres los trabajadores. Por ende, se realiza una chimenea con el objetivo de comunicar al nivel superior, como una vía de ventilación asimismo explotar la veta habilitando un subnivel de dos a las 031 en el este y 031 en el oeste. La estructura que se encuentra en la roca es muy fracturada y las secciones de la chimenea tiene las dimensiones de 1.5 x 1.5m.

El proceso perforación se elabora de una manera convencional con máquinas perforadoras como el JackLeg con unos barrenos integrales de 1.5" de diámetro y con una longitud de 4' con brocas de carburo de tungsteno.

#### **- Peligros en el Procedimiento**

- Presencia de Gases
- Presencia de Polvo
- Presencia de Ruidos

- Liberación de rocas
- Manejo de equipos
- Caída de rocas
- Baja presión de agua y aire

- **Personal A Laborar**

- 1 perforista
- 1 ayudante

- **Equipos, Herramientas y Materiales A Emplear**

- Perforadora neumática con pie de avance
- Barrenos de 4'
- Barretillas de 4, 6 pies
- Atacador de madera
- Aceitera
- Sacabarreno y/o grifa

**Procedimiento a Seguir:**

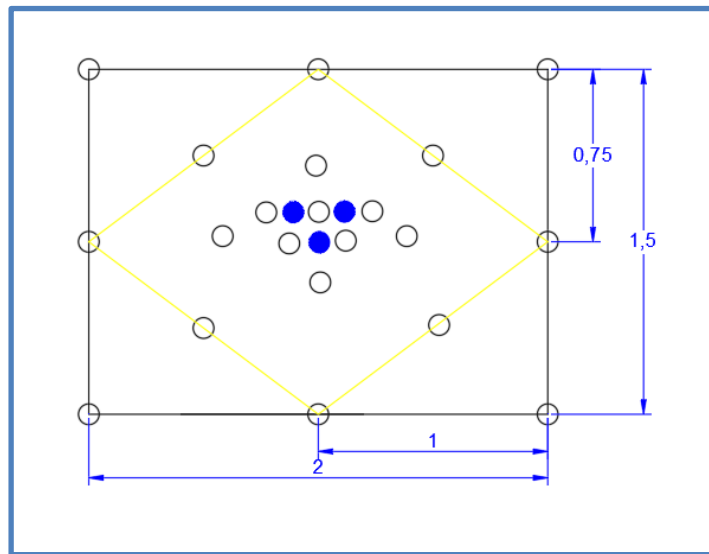
- Estandarizar la labor con ventilación y realizar un desatado de rocas.
- Se procede a instalar una plataforma de perforación provisional sobre en buzón y el camino (normalmente es usado para sostener el pie de avance de la perforadora) y además se instala otra plataforma sobre el cuadro previamente armado (usado por los trabajadores)
- Revisar las condiciones del equipo de perforación y sus accesorios correspondientes asimismo como la presión del agua y aire para un mejor funcionamiento del equipo
- Ambos operadores comenzaran con el empate de agua y suavemente hasta que la broca inicie a perforar y que el barreno no patine o se deslice, dirigiendo la simetría de los taladros (ver figura N° 03)

- Concluida la perforación ambos operadores tiene que extraer el barreno del taladro con mucho cuidado y el equipo en funcionamiento
- Se debe realizar un barrido de taladros una vez como mínimo para prevenir que se obstruya el taladro
- Mover el pie de avance las veces que sea necesaria para que la máquina perforadora esta paralela al taladro y para que su avance sea eficiente en la perforación así podemos evitar accidentes.
- Volver a posicionar y empatar el siguiente taladro para así continuar el procedimiento hasta culminar con la malla de perforación.
- Se debe usar la vestimenta de jebe porque al perforar en un espacio confinado tiendes a mojarte inevitablemente.
- Mantener el orden y limpieza, así como dejar todo en su lugar apropiado.

#### - **Algunos Parámetros de Perforación**

- Tiempo empleado en la perforación: 2.16hrs
- Tiempo efectivo del proceso de perforación: 1.82hrs
- Numero de taladros empleados por frente: 18
- Dimensiones de la sección: 1.5m x 1.5m
- Longitud por taladro: 1.22 m
- Pies perforados por frente: 54'
- Tiempo promedio empleado por taladro: 1.96 min
- Velocidad de perforación por taladro: 1.97 pies/minuto
- Eficacia de la perforación: 94.25%

**Figura N° 03: diseño de malla de perforación para chimenea**



**Fuente: elaboración propia.**

#### **4.10 Voladura**

La voladura es un proceso de carga masiva de explosivos a todos los taladros hechos por la perforación empleando sustancias explosivas como cartuchos de dinamita (compuestos Semexa de 80 %) se da inicio encebando, los primeros cartuchos que contienen el 80% denominados “armadas” y se comienza con cordón de mecha blanca u chispeo manual.

El proceso de carguío está dado de un cartucho por cada metro perforado y poniendo en práctica no logramos cumplir ya que intervienen muchos factores como la presencia de agua en el frente, el posicionamiento de los taladros perforados y tipo de rocas.

##### **- Peligros**

- Presencia de gases
- Explosión
- Presencia de polvos
- Caída de rocas

- **Personal necesario**

- 1 perforista
- 1 ayudante

- **Equipos, herramientas y materiales a emplear**

- Barretillas de 4' y 6' pies
- Atacadores de madera
- Punzon de cobre
- Cartuchos de dinamita
- semexsa de 80%
- Carmex (es un conector, guía de seguridad, fulminante) la cantidad varia en cuanto al número de taladros.
- Se requiere de 5m de mecha rápida (igniter cord)
- Fosforo
- Cuchilla

- **Procedimiento a seguir:**

- Examinar la limpieza de los taladros para prevenir la obstrucción de algunos taladros con los atacadores, principalmente los del piso y si se diera el caso usar la cucharilla
- Suavizar los cartuchos seguidamente hacer dos agujeros empleando el punzón para proceder a encebar el cartucho con el cual vendría a ser el armado que se introduce al primer taladro y el atacador.
- Cargamos toda la columna del taladro con sus respectivos cartuchos introduciéndolos 2 primeros cartuchos de 80% y atacando, seguidamente introducir los demás cartuchos y atacadores.
- Juntar las colas de las armadas con la mecha rápida adecuadamente con la malla de voladura



- Unir las colas de las armadas con la mecha rápida de acuerdo a la malla de voladura
- Dar inicio al chispeo
- El chispeo debe realizarse con una previa coordinación entre las demás labores y con un tiempo estimado para poder evacuar sin ningún apuro

#### **4.11. Piques**

Son túneles o labores verticales que comunican niveles de hundimiento en nuestro caso el objetivo es elaborar una implementación de un pique colocando longarinas de tipo castillo desde el nivel superior a un nivel inferior comunicándose así de nivel a nivel. La utilidad de dicho pique será para el traslado del personal, transporte de herramientas y materiales al interior de los niveles. Realizar los trabajos con todas las herramientas necesarias y adecuadas no ayudan a acelerar todos los suministros para la explotación de labores de dichos niveles.

##### **4.11.2 Descripción**

Dicho pique se construirá en antiguas chimeneas el cual conectarán los niveles 3980 y 3880, ampliando su sección a las dimensiones del pique

Se habilitará las cámaras: el winche de ocho baldes con un peso promedio de 350kg y con un motor de 5Hp.

Es más, se construyó un inclinado 45 grados sobre la cámara hasta la subestación y otra desde el castillo donde se encuentra la polea del winche hasta el soporte de la polea del izaje.

El sistema de izaje pasará desde la tambora del winche, por los rodillos del inclinado, por la roldana de izaje hasta la jaula

La longitud que tiene el pique es de 1.30m, 30m de la cavidad para la polea hasta la subestación del nivel 3980 y de 100m desde la subestación del nivel 3980 hasta el nivel 3880.

El apoyo de la polea será de vigas de soporte ancladas con rieles de 30lb y reforzado con concreto armado

De igual manera en la subestación del 3980 se armó un cuadro maestro que se explicara.

- **Personal a Laborar**

- 1 supervisor
- 1 perforista
- 2 ayudante

**Equipos**

- Máquina perforadora

- **Herramientas A Emplear**

- Soga de nylon 1" y  $\frac{3}{4}$
- Comba
- Puntas
- Barretillas 4' y 6' pies
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Formones
- Azuela
- Barrujo de 1 y  $\frac{1}{2}$
- Cordeles
- Plomada
- Escuadra
- Carretillas
- Nivel

- **Materiales A Emplear**

- Redondos de 6"
- Tablas de 2"
- Listones
- Cuñas
- Clavos de 5" y 6"
- Alambre
- Arena
- Templadores

- **Procedimiento a Seguir**

- Cumplir estrictamente con las normas de seguridad
- Instalar señales de prevención y restricciones en la superficie
- Ejecutar el uso obligatorio de arnés de seguridad con su línea de vida en todo momento
- Iniciar la perforación piloteando con los barrenos de 4'
- En el caso que no existiera sospechas de vacío se realizaran perforaciones de acuerdo a lo estandarizado.
- Si el piloto nos demuestra un vacío en la perforación (terreno cuaternario) se paralizará la perforación para así poder verificar a cuantos pies está comunicando hacia el terreno cuaternario y de esta manera se procederá a modificar la perforación disparando solo el arranque y ayudas.
- Se empleará vigas en la zona de comunicación en superficie

**Materiales Utilizados**

- 3 solares (pino Oregón) de 0.20 m x 0.20 mx 3m
- 3 longarinas (pinos Oregón) de 0.20m x 0.20m x 3m con dos destajes a 1.21 m de los extremos y a una luz de 2.10m
- 2 longarinas (pinos Oregón) de 0.20m x 0.20m x 1.55 m con dos destajes (montero) a los extremos

- 2 longarinas (pinos Oregón) de 0.20m x 0.20m x 1.25 m con dos destajes (cabeza de toro) a los extremos
- 5 kg de alambre 16
- 3 kg de clavos

- **Procedimiento a Seguir**

- Primeramente, se preparó las maderas para el armado destajando con las dimensiones requeridas y uniones respectivas
- El cuadro maestro se realizó en la subestación del nivel 3980 instalando 3 solares de forma longitudinal (3 longarinas longitudinalmente y 2 transversalmente uniendo anteriores) manteniendo el eje de izaje y el eje pique usando las plomadas colgadas desde el cuadro superior
- Para la ubicación del cuadro se desquinche las paredes para obtener una sección 1.5m x 1.8 y una profundidad de 1.2 m, luego se hizo patillas de 20 cm de profundidad c/u para ubicar a las soleras y así procedes armar el cuadro

#### **4.11.3 Métodos de Explotación**

En este caso se aplica el método de corte y relleno ascendente convencional en vetas de mineral Au.

En esta fase se perfora, se vuela y se procede a extraer completamente la carga de los frentes. En este caso el mineral roto es extraído completamente de las labores y es rellenado con un material estéril propiamente de las labores de desarrollo en la mina y será distribuido mecánicamente sobre el área a rellenar, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada.

- **Desarrollo**

- Las galerías de transporte se dan a la longitud y forma del yacimiento en cuanto a la altura requerida, estas nos permiten realizar de acuerdo al rumbo y buzamiento de veta donde estas labores nos permiten crear block de nivel a nivel.

- Las socavaciones de las labores horizontales auxiliares el cual unen galerías con desagües de minas.
- Las conexiones de chimeneas son labores verticales en las cuales se realiza el trabajo de un nivel inferior a un nivel superior en la que nos permiten comunicar de un nivel a otro.
- Conexión de chimeneas son depósitos que tienen una forma tabular o cuerpos cilíndricos con diferentes alturas que son noblemente mayor al diámetro que tiene en su mayor dimensión en sentido vertical.

#### - **Características de la Mina**

La minería es uno de los pilares fundamentales de nuestra economía ya que es muy importante poder explotarla y se pone en marcha de una serie de actividades actualizaciones de nuevas tecnologías hoy en día se están aplicando en una gran minería y es por eso que se tiene que evaluar el estado actual de la mina donde estas se componen de galerías, subniveles, chimeneas, piques o pozos.

El acarreo del mineral es realizado manualmente con el uso de palas y carretillas. El mineral, escombros y la extracción misma y que por diferentes problemas que se presentan en la coordinación mismo de los trabajadores para poder extraer el mineral de las diferentes labores.

#### **4.11.4 Señalización y comunicación en mina**

Absolutamente todas las galerías, cruceros, tolvas, chimeneas, están debidamente señalizados. Por tanto, se debe implementar carteles de salida además usar señalizaciones de advertencia (como los lugares peligrosos por la presencia de algún factor dañino al personal) se tiene que verificar el uso correcto de los EPPs e información general (nombre, ubicación, rutas de escape, refugios primeros auxilios, etc.)

La mina cuenta con galerías más importantes y el inclinado, también en los caminos que son de mucha utilidad para el acceso a una labor.

- **Limpieza**

La limpieza del material fracturado es realizada a pulso con lampa y carretilla debido a que se cuenta con una pequeña sección, en los piques también se cuenta con un winche de ocho baldes con un promedio de 350 kilos.

Antes de realizar la limpieza se realiza el regado del material, la ventilación y el desatado de rocas correspondientes y es de manera constante además el tema del sostenimiento es casi de inmediato con puntales de seguridad y en cuanto haya espacio se arma el cuadro ya sea completo o cojo de acuerdo a los estándares.

La descarga del mineral se hace por el buzón de la tolva 660, la carga se hace por el buzón de la tolva 634, el mineral sale por el buzón de la tolva 714.

- **Peligros**

- Presencia de gases
- Presencia de polvo
- Caída de rocas
- Manejo de herramientas y materiales

- **Personal Necesario**

- 1 perforista
- 1 ayudante

- **Equipos, Herramientas y Materiales a Emplear**

- Lampa
- Carretillas
- Barretillas de 4' y 6'
- Pico
- Combo de 20 lbs.

- **Procedimiento a Seguir:**

- Comenzamos estandarizando el nivel con el regado, ventilando y desatando rocas.
- Examinamos el estado de la roca y proceder a sostener con puntales de seguridad.
- Se desata las veces necesarias del frente hasta que se desprendan todas las rocas sueltas.
- Se procede a armar el cuadro donde se limpia el material roto hasta tener un espacio para una adecuada instalación del cuadro.
- Seguidamente se debe continuar con toda la limpieza acarreando el material hasta el buzón.
- Ambos trabajadores tienen que intercambiar la función para poder tomar un descanso necesario.
- Mantener el orden y limpieza de las herramientas

- **Parámetros de limpieza (promedios)**

- Tiempo de limpieza: 2.06 Horas
- Tiempo efectivo de limpieza: 45.65 minutos
- Numero de carretillas empleados: 38
- Capacidad de lampa: 0.0066 m<sup>3</sup>
- Palas promedio de carretilla: 25
- Rendimiento (Toneladas por hora): 8.06 ton/ Hr

#### **4.11.5 Perforación**

El proceso perforación se elabora de una manera convencional con equipos de perforación como el Jack Leg con unos barrenos integrales de 1.5" de diámetro y con una longitud de 4' a 6" con brocas de carburo de tungsteno. Se realiza una perforación con la técnica "breasting" de 5 a 9 taladros rodeando el mineral. (ver tabla N° 08)

#### - **Malla de perforación**

El procedimiento de la perforación del tajo se lleva rodeando a la zona mineralizada, es decir solo se perfora dentro de esta zona para así extraer el mineral y emplear una malla tipo rombo. Se emplea dos métodos de tajeo dependiendo de la resistencia de la roca encajonante si fuera el caso que la roca fuera regular se emplea el método “realce” esta se efectúa haciendo previamente un nivel de 20 a 30 m de longitud y luego se acumulan taladros en la corona rodeando el mineral con taladros en tipo rombo y teniendo los taladros suficientes asimismo rellenando el subnivel se procede a efectuar la voladura de toda la corona; y el otro método es denominado como “breasting” el cual consiste en extraer el mineral por la parte frontal de la veta, se avanza como un subnivel desde un lado de la chimenea el cual se realiza sostenimiento con cuadros y después se rellena la cavidad dejando espacio de 65 cm y se continua con el bloque superior perforando el frente con cara libre.

#### - **Peligros en el procedimiento**

- Presencia de Gases
- Presencia de Polvo
- Presencia de Ruidos
- Liberación de rocas
- Manejo de equipos
- Manejo de herramientas
- Caída de personas
- Baja presión de agua y aire

#### - **Personal a laborar**

- 1 perforista
- 1 ayudante



- **Equipos, herramientas y materiales a emplear**

- Perforadora neumática con pie de avance
- Barrenos de 4' 6'
- Barretillas de 4, 6 pies
- Cucharillas de 8'
- Atacador de madera
- Lampas y picos
- Aceitera

- **Procedimiento a Seguir:**

- Estandarizar la labor con ventilación y realizar un desatado de rocas del frente
- Revisar las condiciones del equipo de perforación y sus accesorios correspondientes asimismo como la presión del agua y aire para un mejor funcionamiento del equipo
- Ambos operadores comenzaran con el empate de agua y suavemente hasta que la broca inicie a perforar y que el barreno no patine o se deslice, dirigiendo la simetría de los taladros
- Concluida la perforación ambos operadores tiene que extraer el barreno del taladro con mucho cuidado y el equipo en funcionamiento
- Se debe realizar un barrido de taladros una vez como mínimo para prevenir que se obstruya el taladro para luego poder cargar los taladros.
- Mover el pie de avance las veces que sea necesaria para que la máquina perforadora esta paralela al taladro y para que su avance sea eficiente en la perforación
- Volver a posicionar y empatar el siguiente taladro para así continuar el procedimiento hasta culminar con la malla de perforación.
- Mantener el orden y limpieza, así como dejar todo en su lugar apropiado.

- **Algunos Parámetros de Perforación**

- Tiempo empleado en la perforación: 22 minutos
- Tiempo efectivo del proceso de perforación: 15 minutos
- Numero de taladros empleados por frente: 8
- Longitud por taladro: 1.22 m
- Pies perforados por frente: 32'
- Tiempo promedio empleado por taladro: 1.93 min
- Velocidad de perforación por taladro: 2.2 pies/minuto
- Eficacia de la perforación: 98.36%

**Tabla Nº 08 tiempos de perforación**

n°	barreno de 4' (min)		tiempo total perforación (min)	vel. perforación (pies/min)	consumo de agua (pies./t)	consumo de agua en m3
	tiempo/taladro	tiempo muerto				
1	2.5	0.13	2.63	1.5	0.46	0.013
2	2.5	0.08	2.58	1.53	0.45	0.013
3	2.5	0.17	2.67	1.45	0.48	0.013
4	2.7	0.37	3.07	1.44	0.48	0.014
5	2	0.3	2.3	1.33	0.52	0.015
6	2.7	0.8	3.5	1.43	0.48	0.014
7	2.7	0.25	2.95	1.39	0.50	0.014
8	2.7	0.32	3.02	1.08	0.64	0.018
9	2.8	0.14	2.94	1.4	0.49	0.014
10	2.6	0.25	2.85	1.36	0.51	0.014
11	2	0.18	2.18	1.83	0.38	0.011
12	2.5	0.08	2.58	1.11	0.62	0.018
13	2.55	0.32	2.87	1.12	0.62	0.018
14	2.65	0.53	3.18	1.45	0.48	0.013
15	2.20	0.13	2.33	1.17	0.59	0.017
16	2.22	0.17	2.39	1.24	0.56	0.016
17	2.08	0.18	2.26	1.3	0.53	0.015
18	2	0.32	2.32	1.33	0.52	0.015
19	2.63	0.17	2.8	1.41	0.49	0.014
	<b>46.53</b>	<b>4.89</b>	<b>50.42</b>	<b>25.87</b>	<b>9.8</b>	<b>0.279</b>

Fuente. Elaboración Propia

#### **4.11.5 Voladura**

La voladura es un proceso de carga masiva de explosivos a todos los taladros hechos por la perforación empleando sustancias explosivas como cartuchos de dinamita (compuestos Semexa de 80% y 65 %) se da inicio encebando los primeros cartuchos que contienen el 80% denominados “armadas” y se comienza con cordón de mecha blanca.

El proceso ideal de carguío está dado de un cartucho por cada metro perforado.

##### **- Peligros**

- Presencia de gases
- Presencia de polvos
- Explosión
- Caída de rocas

##### **- Personal Necesario**

- 1 perforista
- 1 ayudante

##### **- Equipos, Herramientas y Materiales a Emplear**

- Cucharilla de 6' de longitud
- Barretillas de 4' y 6' pies
- Atacadores de madera
- Punzon de cobre
- Cartuchos de dinamita
- Semexa de 80% y 65% (empleado en frentes de 1.5 x 1.8m. entregados particularmente 20 cartuchos)
- Carmex (es un conector, guía de seguridad, fulminante) la cantidad varia en cuanto al número de taladros.
- Se requiere de 5m de mecha blanca (igniter cord)
- Fosforo

- Cuchilla

- **Procedimiento a seguir:**

Examinar la limpieza de los taladros para prevenir la obstrucción de algunos taladros con los atacadores, principalmente los del piso y si se diera el caso usar la cucharilla.

Suavizar los cartuchos seguidamente hacer dos agujeros empleando el punzón para proceder a encebar el cartucho el cual vendría a ser el armado que se introduce al primer taladro y el atacador.

Cargamos toda la columna del taladro con sus respectivos cartuchos introduciéndolos 2 primeros cartuchos de 80% y atacando, seguidamente introducir los demás cartuchos restante y atacadores.

Juntar las colas de las armadas con la mecha rápida adecuadamente con la malla de voladura y dar inicio al chispeo encendiendo la mecha rápida con el fosforo.

- **Algunos Parámetros de la Voladura (Promedios)**

- Cantidad de taladros cargados: todos
- Cantidad de taladros vacíos: ninguno
- Metros perforados: 1.22m
- Metros de avance: 1.20m
- Volumen: 4.18 m<sup>3</sup>
- Tonelaje: 11.28m<sup>3</sup>
- Peso de carga: 2.49kg
- Factor de avance: 0.98
- Factor de carga: 0.22 kg/ton
- Factor específico de carga: 0.60 kg/cm<sup>3</sup>
- Redimiento: 1.47
- Factor de rotura: 1.6 pies/ ton

#### **4.11.6 Ciclo Minado**

##### **4.11.6.1 Suministro de Aire y Ventilación**

La ventilación en los diferentes frentes de trabajo se realiza mediante el uso de aire comprimido donde se deja la manguera de aire comprimido para que los gases y polvos producidos por la voladura sean despejados por el aire que se expulsa de la manguera para así poder tener un ambiente muy adecuado de trabajo, la ventilación se realizará en cada cambio de guardia y el tiempo empleado aproximadamente es de 1 hr 15 min donde generalmente son flujos naturales de aire que ingresan por las bocaminas y las chimeneas de comunicación a la superficie los que son encargados de expulsar el aire viciado nocivo muy importantes para la salud del personal y para una mejora de la ventilación se emplean ventiladores neumáticos y eléctricos conectados a unas mangas de ventilación de plástico de más de 20 m y compuertas.

##### **- Suministro De Agua Y Regado**

El transporte de agua es muy importante para poder eliminar el polvo des pues de la voladura a esto se utiliza las aguas subterráneas donde se reciclan y se tratan en interior mina. Por ende, es conducido por una tubería de agua y es muy necesario en todo lugar de trabajo.

##### **- Limpieza**

Después de realizar el disparo en el frente de trabajo se realiza los puntos arriba mencionados para la limpieza y así poder realizar el carguío y acarreo del mineral roto tiene que ser desocupado de las galerías para su respectivo transporte y el tratamiento, en las labores, la limpieza se realiza con lampa y carretilla con una previa selección entre los minerales y el desmonte, el mineral es conducido hasta una chimenea buzón almacenándose se utilizan winches mineros que sirve para poder tener el arrastre del material explotado hacia la chimenea o buzón. En el caso de las galerías, la limpieza se hace con las carretillas para luego trasladarlo a superficie.

- **Acarreo**

Es muy fundamental para el llenado de las carretillas, que junto al personal proceden a salir de las galerías son transportados hacia exterior mina. Por lo que el desmonte se lleva a otras labores para que sea utilizado como relleno y el mineral es extraído a exterior mina hasta sus respectivas canchas.

- **Drenaje**

Las actividades mineras en general se encuentran estrechamente ligadas al agua, como un problema a evitar, disminuir o corregir, se puede decir también como una necesidad de utilización del recurso para su aprovechamiento en la propia mina o fuera de ella, es por ello que el problema del agua requiere el adecuado enfoque y planeamiento, así como su correcta gestión, para ello se realiza estudios hidrogeológicos a la actividad del drenaje de minas y es por eso que primero se identifique detalladamente el estudio en toda el área del proyecto a ejecutarse.

- **Sostenimiento**

En este caso del sostenimiento se estará utilizando cuadros de madera en la cual desde hace mucho tiempo se utiliza en minería subterránea hasta antes de que las nuevas tecnologías lleguen a nuestro país y es por eso que actualmente el sostenimiento se sigue utilizando la madera y tiene menor importancia en algunos frentes de avance que ahora se realiza el control de técnicas de estabilidad del macizo rocoso, sin embargo hoy en día algunas minas la madera sigue siendo utilizada como elemento de sostenimiento así como en la minería artesanal y en la pequeña minería. En este caso se realiza el estudio geomecánico de la roca encajonante es incompetente se usan cuadros completos (3 piezas) o cuadros cojos (2 piezas) que constan de postes, sombrero, tirante, encribado y encostillado con el respectivo relleno. Completamente se usa el relleno de los tajos con material estéril con

sostenimientos y además son de mucha utilidad porque sirven plataforma para los trabajadores y conteniendo la presión de las cajas.

En la mayoría de las labores de avance horizontal se usan los sostenimientos con cuadros completos, y en algunos casos, generalmente en cruceros donde la roca es estéril y algo competente para tener mayor seguridad.

En el caso de labores verticales, el uso de sostenimiento con madera es obligatorio porque se tratan de zonas de riesgo crítico, también se usan puntales en línea a lo largo de toda la chimenea.

#### - **Relleno**

El tipo de relleno se compone por material estéril, donde el mineral volado es cargado y extraído completamente de los frentes de trabajo y del tajo, cuando se realiza la perforación del tajo y luego disparado y el volumen extraído se tiene que ser rellenado con un material estéril para el soporte de las cajas para así proporcionar una plataforma y luego continuar con el mismo proceso, el relleno es abastecido hacia el tajo por un echadero desde el nivel superior y por la gravedad, previa colocación de la ranfla de madera, una vez dentro del tajo el relleno se extendido a lo largo de toda la labor hasta una altura máxima de 1.60m para tener un piso adecuado para el siguiente corte.

En las vetas angostas y en las que se tienen muchas diferencias en la mineralización es necesario obtener el relleno en el tajo para realizar una abertura perpendicular a dicho tajo llamando “boca de perro”. En el caso de las labores de avance verticales y horizontales se usa el desmonte para rellenar los espacios detrás del encostillado de los cuadros.

#### - **Perforación**

La perforación es la primera operación de una voladura, entonces la voladura es un proceso en forma tridimensional en el cual las presiones generadas por lo explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, esto originan en la zona una alta

concentración de energía que producen dos sistemas en las cuales son la fragmentación y desplazamiento todo esto de acuerdo al estudio de la mecánica de rocas.

La fragmentación esta se refiere al tamaño de los fragmentos producidos a su distribución y porcentaje por tamaño y una adecuada fragmentación es importante para poder facilitar la remoción y el transporte del material volado y está en relación directa con el uso al que se designara este material lo que calificara a la mejor fragmentación.

El desplazamiento este se refiere al movimiento de la masa de roca triturada y la forma de acumulación del material triturado se proyecta de la manera más conveniente para el paleo el acarreo de acuerdo al tipo y dimensiones del equipo.

En los tajos se realiza la perforación en frente que también se efectúa con máquinas perforadoras y barrenos de 4' (en realce) y 6' (en breasting) con 1.5' de diámetro, las mallas varían de acuerdo a la potencia de la estructura y los taladros pueden variar de 6 hasta 30.

La perforación en chimeneas también se hace con el mismo tipo de máquina y con taladros de 4' y 6' de longitud y desatado el frente cada dos taladros perforados y la malla consta de hasta 20 taladros de acuerdo a las dimensiones de la chimenea y a la estabilidad del terreno.

#### **- Carguío y Voladura**

Para el carguío esto dependerá de los registros de la perforación y de los estudios realizados en el macizo rocoso y también de la geología para poder determinar el tipo de roca que se tiene y la presencia de agua en los frentes de trabajo, Idealmente se realizara el carguío de los taladros con explosivos por cada pie perforado, pero en algunos casos eso no se aplica en el frente ya que todo varia como los arranques y en los hastiales necesitan mayor carga y más aún si están tapados los taladros con piedras y/o repletos de agua.



En la mina, el encebado se realiza con mecha blanca como detonante, los taladros se cargan con explosivos de dinamita Semexa de 80% y 65% esto dependerá al tipo de roca que se tiene en cada área de trabajo. Luego el chispeo se realiza con mecha blanca uno por uno.

## **CAPITULO 5**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **5.1 Sostenimiento de Labores de Desarrollo**

##### **5.1.2 Introducción**

Ya que se ha visto que toda la zona del yacimiento mineralizado es muy fracturada por ende se ha previsto realizar una evaluación Geomecánica. El procedimiento de control de las labores se sigue de acuerdo como nos indica el Mapeo Geomecánico, el diseño y el control del sostenimiento. Como la estabilidad de tajeos y labores permanentes. El diseño de la infraestructura minera, el manejo y control de la inestabilidad de las rocas.

##### **5.2 Aspectos Geomecánicos**

Para este caso se realiza una evaluación de todo el frente para poder realizar la selección del tipo de soporte a utilizar, lo cual evitara los accidentes e incidentes por desprendimientos o estallidos de rocas en las labores mineras subterráneas. En la elaboración de los planos se ha propuesto trabajar en formato básico sea en hojas de tamaño A-4, por ser de fácil de poder llevar a campo y ser de fácil manejo mina, en este formato se incluye:

El área de geomecánica está encargada de determinar el comportamiento y la calidad de las rocas encajonantes, así como la estructura mineralizada de cada labor. Una de

las tareas muy importantes es evaluar todas las características de las rocas de las labores donde se trabajan para luego poder determinar el tipo de sostenimiento que se va utilizar para evitar el desprendimiento de rocas o el macizo rocoso con la ayuda de tablas GSI ya sea para labores de desarrollo, tajos y subniveles. Según las tablas determinadas para galerías, chimeneas, cruceros, etc.

- ✓ Reconocer, el área de trabajo determinando los parámetros de conformación (grado de fracturamiento / ml) y parámetro de carácter geomecánica, así como (discontinuidades y resistencia).
- ✓ Evaluar los factores que influyen en el macizo rocoso, así como (agua, esfuerzos, orientación de discontinuidades, tamaño de aberturas, y otros).
- ✓ Aplicación del G.S.I modificado (Índice de resistencia geológica), S.P.M (sostenimiento practico minero) y la tabla de tiempo de autosoporte.

### **5.2.1 Características De La Roca**

Todas las teóricas describen que las variables fundamentales que tienen gran influencia en el diseño y resultado de un disparo son: según el macizo, el explosivo y la geometría del disparo.

Estas tres variables expresan una relación entre energía, mas, tiempo, que implica que la voladura de rocas es una ciencia por su aplicación en las leyes termodinámicas e hidrodinámicas y la mecánica de rocas: además la voladura de rocas representa una de las operaciones más importantes en la operación de minado, cuyo objetivo final es lograr un adecuado grado de fragmentación de la roca, de tal modo que el costo combinado de las operaciones de perforación, voladura, carguío, transporte de la roca sea mínimo su costo y debe generar menores daños en su área de influencia.

#### **a) Condiciones Geomecánicas**

La característica geotécnica requiere de parámetros geo mecánicos que obtienen del mapeo geotécnico.

## **b) Variables De La Voladura**

- La resistencia a la tracción dinámica de la roca y la resistencia a la compresión in-situ de la roca. (Ver Figura 04)
- La naturaleza.
- La frecuencia y orientación a las fracturas de las fracturas.
- El módulo de elasticidad de yung.
- La densidad de la roca y velocidad de la onda longitudinal.

### **5.3. Aplicación Sin Factores Influentes**

Para la aplicación de todas estas tablas se determina in-situ una vez lavadas todas las paredes y el techo de la labor a mapear, se observa toda la cantidad de fracturas por metro lineal empleando un flexómetro (parámetros de estructuras) y determinar la resistencia de la roca por golpes empleados con la picota con las que tiende a romperse o se indenta la roca, o la condición de las fracturas (abertura, relleno y la alteración) (parámetros de condición). La clasificación: de la roca se da de la siguiente manera: con un marcado previamente por un metro cuadrado de las mismas y contacto las fallas. (Ver tabla 08)

- Si la roca tiene 2 a 6 fracturas en un m<sup>2</sup> se le denomina levemente fracturado (LF)
- Si la roca tiene de 6 a 12 fracturas en un m<sup>2</sup> se le denomina moderadamente fracturado (F)
- Si la roca tiene de 12 a 20 fracturas en un m<sup>2</sup> se le denomina muy fracturado (MF)
- Si la roca tiene más de 20 fracturas en un m<sup>2</sup> se denomina intensamente fracturado (F).
- También se determina las condiciones del macizo rocoso dando golpes de picota que equivalen de 50 a 60 Mpa el cual tenemos:
- Si la roca se rompe con varios golpes de picota se le denomina roca buena (B)
- Si la roca se rompe con uno o dos golpes de picota se le denomina roca regular (R)

- Si la picota se indenta en la roca se le denomina pobre (P)
- Si la picota se indenta más de 5mm se le denomina muy pobre (MP)

Cada recuadro de la calidad de roca nos muestra algunas subdivisiones aplicándolos al sostenimiento designado en el recuadro superior cuando no se encuentran factores influyentes, los mismos que son la presencia de agua, las fallas paralelas a la labor y otra labor continua. (Ver tabla 09)

**Tabla 08: ÍNDICE GSI (ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA)**






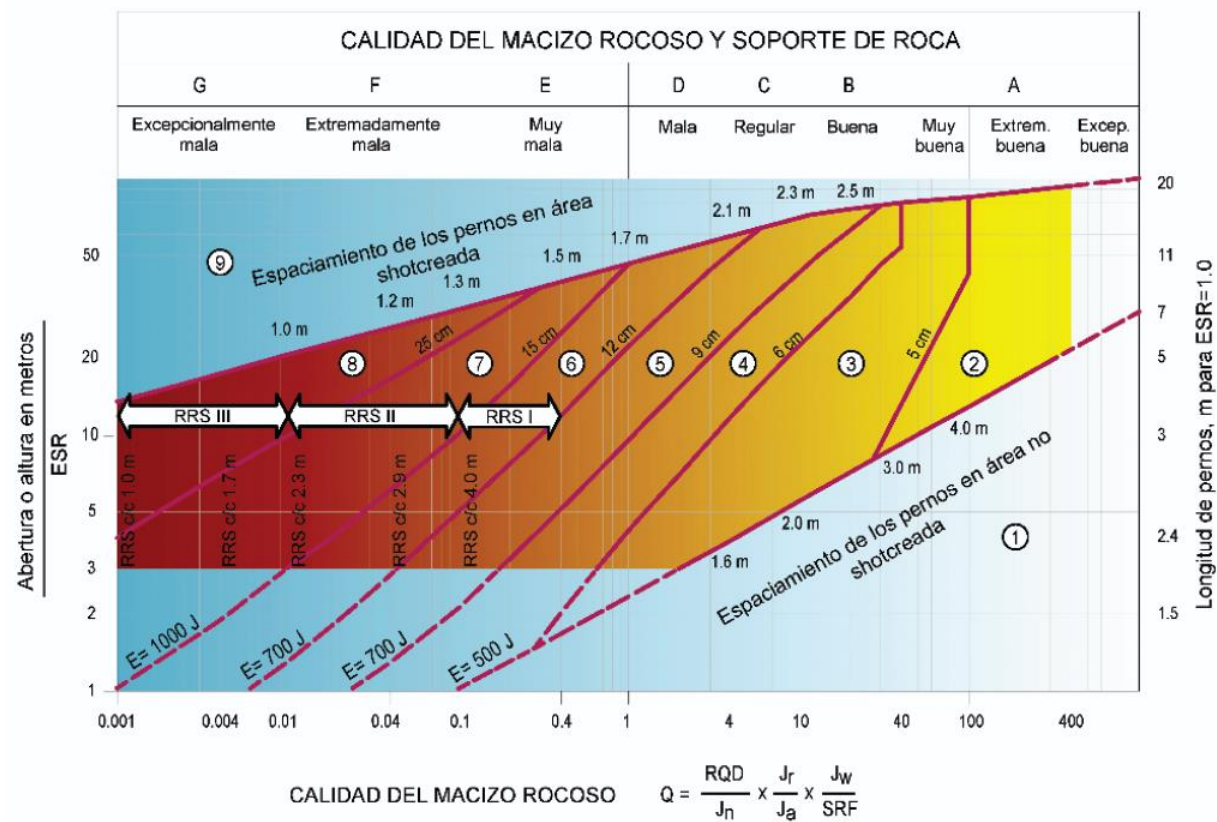
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN GSI MODIFICADO</b> Se basa en la cantidad de fracturas por metro lineal medidos in situ con un flexómetro, la mala voladura afecta esta condición. Para la resistencia se toma en cuenta la condición de fracturas (aberturas, alteración, rugosidad, relleno y recubrimiento). Si las fracturas están cerradas o levemente abiertas, se determina la resistencia golpeando o indetando la roca(resistencia de la roca intacta). En la caracterización del macizo rocoso no se toma en cuenta la presencia de agua, estado tensional y los métodos constructivos.									
<b>CLASIFICACIÓN CUALITATIVA</b>									
<b>ESTRUCTURA</b>									
	<b>LEVEMENTE FRACTURADA (LF)</b> TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ENTRE SI (RQD 75- 100) (1 A 5 FRACT. POR METRO) 20cm<ESPAC.ENTRE DIACLASAS <100CM.	LF/MB	LF/B	LF/R	LF/R	--			
	<b>MODERADAMENTE FRACTURADA (F)</b> TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MODERADAMENTE ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 50-75) (6 A 10 FRACT. POR METRO) 10CM<ESPAC.ENTRE DIACLASAS<20CM)	F/MB	F/B	F/R	F/P	F/MP			
	<b>MUY FRACTURADA (MF)</b> CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (11 A 20 FRAC. POR METRO) 5cm<ESPAC, ENTRE DIACLASAS<10CM	--	MF/B	MF/R	MF/P	MF/MP			
	<b>INTENSAMENTE FRACTURADA (IF)</b> PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO , CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO FRAGMENTOS ANGULOSOS O IRREGULARES.(RQD 0-25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO) 2cm<ESPAC. ENTRE DIACLASAS<5CM.	--	--	IF/R	IF/P	IF/MP			
	<b>TRITURADA (T)</b> MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FÁCILMENTE DISGREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS EN MATRIZ ARCILLOSA (SIN RQD)	--	--	--	T/P	T/MP			

Tabla 09: calidad del macizo rocoso para soporte en roca



### 5.3.1 Correcciones Por Factores Influyentes

- La presencia de aguas subterráneas son un problema para el macizo rocoso donde se tendrá que la infiltración de las mimas por las discontinuidades, fracturamiento, las cuales se analizara los esfuerzos y estas implicaran en la colocación de soporte que afecten al macizo rocoso, originará que el tipo de soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado.
- Ejemplo: las galerías de 1.5 x 1.8 muy fracturado regular (MF-R) el soporte sin factores influyentes correspondería a un sostenimiento ocasional (soporte tipo A). Con presencia de agua, una orientación desfavorable de discontinuidades, aberturas cercanas o la influencia de esfuerzos se deberá colocar el tipo B.
- **Medidas preventivas de control**
- En este caso al momento de realizar la perforación y la voladura se tiene que tener en cuenta la seguridad y la evaluación del área a perforar y realizar un buen diseño de la malla de perforación mejorando así el espaciamiento y el burden con una mejor distribución de la carga, así mismo, poder evitar los daños en el macizo rocoso.
- Evaluación del mapeo geomecánico de inmediato y la posición del puntal que este se colocara de acuerdo al análisis desarrollado mediante las tablas geomecánicas.
- Aplicar el sostenimiento mediante las normas recomendadas según reglamento de procedimientos para la colocación de los diferentes tipos de soporte que se puedan seleccionar para su posterior aplicación.
- Realizar siempre la evaluación de la colocación del sostenimiento, limpieza, y todos se tiene que tener una coordinación el capataz, perforistas y ayudantes en la aplicación de la tabla y colocación del sostenimiento.



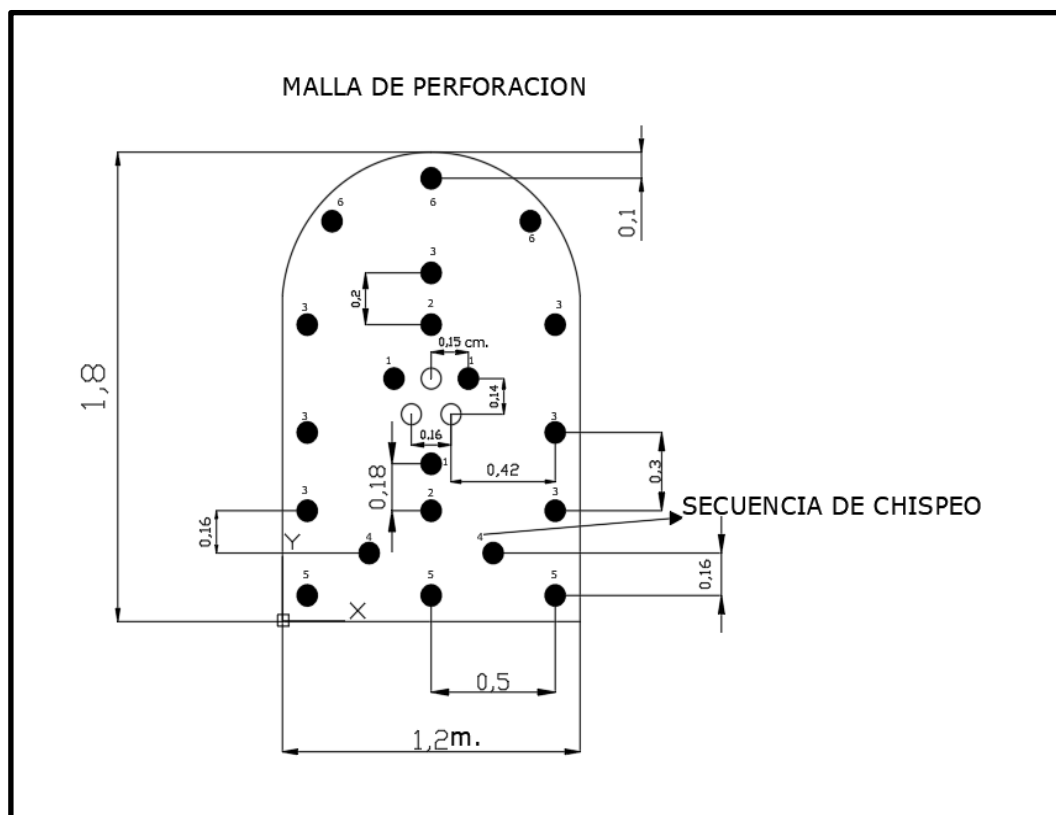
### Formas de colocación terminantemente prohibidas

- Iniciar colocación de soportes con las 5 normas básicas y/o estar asegurado el techo
- Colocación el sostenimiento fuera de los estándares establecidos.
- Colocar los cuadros de madera en las zonas donde se tenga bastante desprendimiento de roca se tenga zonas inclinadas donde se haga un golpe con la picota para poder ver la dureza de la roca.

### 5.4 Sostenimiento De Labores

El sostenimiento que es empleado en las diferentes labores son los cuadros de madera, puntales de seguridad, puntales guardacabeza,

**Figura N° 04: Malla de perforación**



Fuente: elaboración propia

#### **5.4.1 Armado de Cuadros de tres Elementos o Completos en Galerías y Cruceros**

##### **Descripción:**

El sostenimiento más empleado en el mismo lugar de la mina son los cuadros de madera de eucalipto con tres elementos o completos en el macizo rocoso de regular a muy pobre, de fracturado a intensamente fracturado para así poder asegurar el frente de avance y poder continuar bajo condiciones seguras la operación.

Los cuadros están compuestos por dos postes inclinados y un sombreo que se coloca de manera horizontal dándole una forma cónica. Se trabaja con maderas de eucalipto no tratado en el sostenimiento, los cuadros y las rajas son preparaciones echas en carpintería,

##### **- Personal**

- Maestro
- Ayudante
- HERRAMIENTAS
- Combo
- Puntas simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Anzuela
- Cordel, flexómetro
- Formol
- Gachos y sogas

##### **- Materiales**

- 1 poste de madera de eucalipto de 2.7 m de longitud y 8' de diámetro con destaje en un extremo tipo dado en 12.5 cmx 12.5cmx5cm.

- 1 poste de madera de eucalipto de 2.5 m de longitud y 8' de diámetro con destaje en un extremo tipo dado en 12.5 cm x 12.5cm x 5cm.
- 1 sombrero de 8" de diámetro 1.75 m de longitud y destajes a los extremos de 10cm x 10 cm x15 cm.
- 2 tirantes de 6" de diámetro y 1.10 de longitud.
- 18 rajas de 1.25 m de longitud
- 2 topes de 8' de diámetro de hasta 40 cm de longitud (depende de la distancia que hay del sombrero al hastial)

### **Tiempo de Trabajo**

El armado de un cuadro completo demora alrededor de 3hrs y 30 min desde la preparación de un poste (cortar y destajar) hasta el encribado.

### **Procedimiento a Seguir:**

- Proveer oportunamente las canchas de madera contando siempre el stock
- Deberá colocarse el guarda cabeza empleando 8 listones de 3" x 4 x 3" m hasta el tope del frente y encima con 5 rajas cruzadas sin dejar espacios abiertos en la corona
- Preparar los postes y sombreros con los destajes respectivos
- Hacer un espacio necesario para poder levantar el cuadro a 1m del anterior y excavar en el piso dos huecos de 20 cm aproximadamente de profundidad en donde debe quedar los postes, el poste más largo es al lado de la cuneta y el más corto es al otro lado
- Para ubicar los postes a la altura de 2.20 m de acuerdo a un estándar se debe medir 1m desde el piso y desde ese punto debe haber 1.20 m hasta el extremo del poste y mantener así la gradiente.
- Después procedemos a rellenar los huecos
- Posteriormente se coloca el sombrero sobre los postes encajonando los destajes y manteniendo la distancia entre postes y cuadros

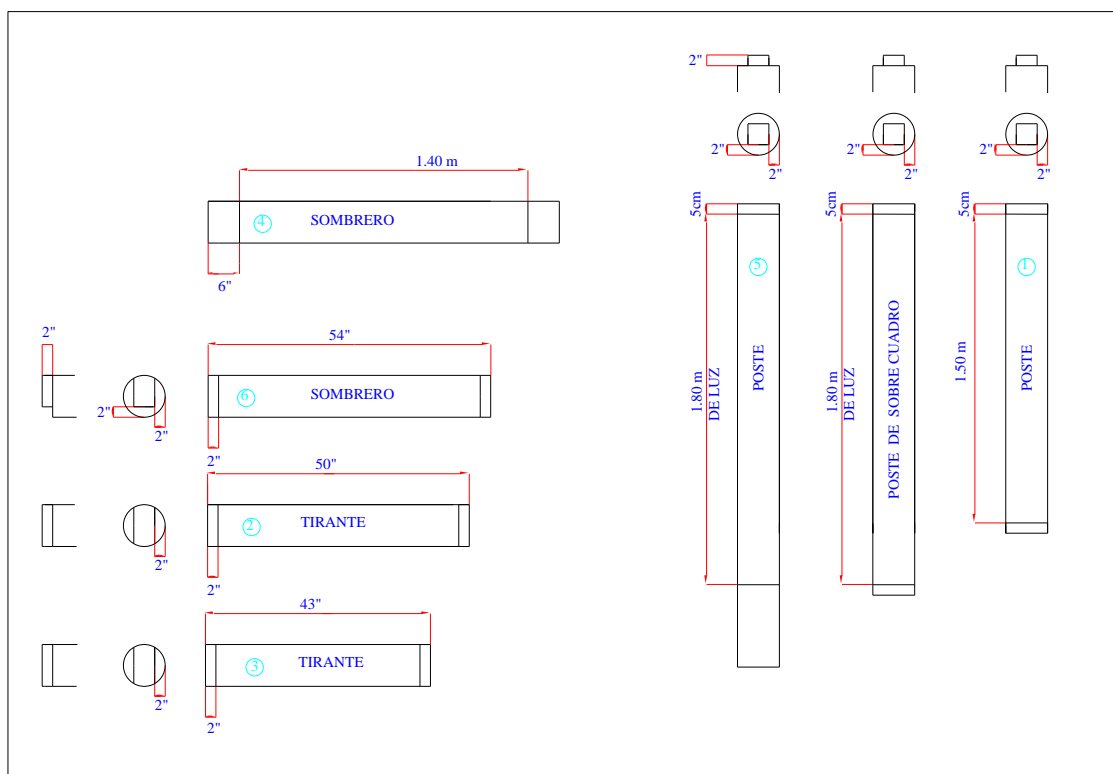
- Se procede a colocar los tirantes sobre el destaje de los 4 postes, uniéndolos adicionar los topes presionando a los postes, el cuadro debe quedar compacto y sin ningún componente suelto
- Seguidamente se empaqueta con 9 rajas por lado cubriendo el espacio vacío que existe de cuadro a cuadro, se pone las rajas de 3" del anterior dejando asegurado el penúltimo y último cuadro relleno el lado posterior con carga del frente y los restos de madera
- Para concluir se enciaba el espacio debajo de la corona y sobre los sombreros primero colocando 2 bolillos de 1.4m de longitud sobre los sombreros de forma longitudinal y sobre estas 2 rajas de 1.6m de longitud luego rajas de 1m de longitud y así cerrar el espacio hasta llegar a la corona, se forma un castillo.
- Al final de toda la jornada se deja ordenado y limpio el área de trabajo

#### **5.4.2 Armado de cuadros de tres piezas en tajos y Subinveles**

##### **5.4.2.1 Descripción**

Se debe armar cuadros de tres elementos para asegurar un sostenimiento sistematizado el tajo en explotación y continuar con todas las condiciones de seguridad la operación y si la veta es vertical. Además, si la roca no es competente mantener las condiciones de seguridad durante el tiempo que se está operando. Se trabaja utilizando madera de eucalipto no tratada, con rajas preparadas en el taller de carpintería en la explotación, estos son enterrados con los rellenos detríticos corte a corte hasta completar la explotación del tajo. (Ver figura N° 05)

**Figura N° 05: diseño de cuadros**



Fuente: elaboración propia

#### - Personal

Maestro

Ayudante

#### - Herramientas Usadas

Combo

Puntas: simples y de inserto

Lampa

Corvina

Azuela

Flexómetro

Formón

Ganchos y sogas

- **Materiales Empleados**

2 postes de 2.55m de longitud de 6" de diámetro con destaje tipo dado en un extremo de 5 cm de espesor

1 sombrero de 1.40m de longitud y diámetro 6' y 7' con destaje en los extremos

2 tirantes de 1.5m de 62' de diámetro.

- **Tiempo De Trabajo**

El tiempo de armado de un cuadro completo tarda alrededor de 3hrs y 28 minutos desde la preparación de un poste (cortado y destajado) hasta el encribado y empaquetado.

- **Procedimiento A Seguir**

- Proveer oportunamente las canchas de madera contando siempre el stock
- Asegurarse que todos los elementos de sostenimiento anteriores no estén movidos por el disparo. Si ocurriera deberán ser corregidos inmediatamente.
- Se deberá colocarse el guarda cabeza con listones de 3"x 4"x3"m hasta el tope del frente y encima con rajas cruzadas sin dejar espacios en la corona y si el área es insegura se pondrá puntales de seguridad provisionales. Si es posible se podrá recuperar postes y sombreros del sostenimiento que quedo enterrado por el relleno.
- Se prepara los postes y sombreros a la medida indicada y con los destajes respectivos.
- Se iniciará picando las patillas donde ira el sombrero a 2.30 m del piso.
- Se colocará los postes haciendo 2 huecos a 1.40 m del anterior cuadro pegados a los hastiales y de 80 cm entre ellos.
- Se empaqueta rellena y encriba.

## **5.5 Colocación De Puntales De Seguridad**

### **5.5.1 Descripción**

Es el sostenimiento más confiable en la labor de producción, son postes de 6' a 8' de diámetro que se colocan perpendicularmente a la caja techo o la caja más débil, previniendo así cualquier tipo de caída de rocas. Este tipo de sostenimiento es general en toda la mina, pero por ser provisional debe ser inspeccionado diariamente y cambiando por cuadros o por otro puntal más resistente. Se proporciona más espacio en el área de trabajo y facilita la acumulación de taladros en la corona y el avance en el realce del tajo.

#### **- Personal**

- Maestro
- Ayudante

#### **- Herramientas Usadas**

- Combo
- Puntas: simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Azuela
- Cordel
- Flexómetro
- Formón
- Ganchos y sogas

#### **Materiales Utilizados**

- 1 Poste de 6' y 8' de diámetro de longitud mayores a 1.40m, cuya medida varia de lugar y amplitud de la sección
- 1 tabla de 90 cm de longitud de 5cm de espesor

- Cuñas de madera (para sujetar a la roca)
- Tiempo De Trabajo
- El tiempo empleado en el armado del puntal de seguridad tarda alrededor de 48 minutos después de la preparación del puntal a la medida, el ingreso del puntal y la colocación.

### **Procedimiento A Seguir**

- Ubicar el lugar más crítico de la caja techo, donde sea un lugar más propenso a un desplome o donde se visualice mayor fragmentación e inestabilidad.
- Se calcula la ubicación del poste manteniéndolo siempre perpendicular a la caja techo.
- Hacer la patilla ya marcada en la caja piso de 5cm de profundidad
- Se introduce el poste ya cortado con la medida indicada en la patilla y se aprisiona la tabla que está pegada a la caja techo dando golpes con el combo hasta que no se mueva.
- Si queda espacios bajo la tabla se coloca cuñas golpeando con la comba para mayor opresión.
- Se dice cachaco al puntal que está parado y sosteniendo a un planchón con cara libre en la base.

## **5.6. Colocación De Puntales Sistemáticos**

### **5.6.1 Descripción**

Es empleado en tajos y subniveles donde la inestabilidad de la caja techo y de todo el macizo rocoso es general y se coloca puntales de seguridad en más de un lugar a 1.20 m de distancia entre uno y otro 1.60m del piso, y si la estabilidad mejora se cambiará cada 1.50m siempre perpendicular a la caja techo.



- **Personal**

- Maestro
- Ayudante

- **Herramientas Usadas**

- Combo
- Puntas: simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Azuela
- Cordel
- Flexómetro
- Formón
- Ganchos y sogas

- **Materiales Utilizados**

- Postes de 6' a 8' de diámetro de longitud mayores a 1.40 m cuya medida varia del lugar y amplitud de la sección
- Tablas de 90 cm de longitud de 5cm de espesor
- Cuña de maderas (para ajustar la tabla a la roca)

- **Procedimiento A Seguir**

- Ubicar el lugar más crítico en 48 minutos; aumenta el tiempo si el lugar donde ira el puntal es más lejano, es decir a más avance, más tiempo.
- Se calcula la ubicación del poste manteniéndolo siempre perpendicular a la caja techo.
- Hacer la patilla ya marcada en la caja piso de 5 cm de profundidad
- Se introduce el poste ya cortado con la medida indicada en la patilla y aprisiona la tabla que está pegada a la caja techo dando golpes de comba hasta que no se mueva.

- Si queda espacios bajo la tabla, se coloca cuñas golpeando con la comba para mayor opresión
- Y así se continua con el otro puntal de acuerdo al avance que se haga

## **5.7 Colocación De Puntales En Línea**

### **5.7.1 Descripción**

Estos puntales se emplean generalmente cuando existe amenaza de caída de rocas de la corona de una labor, generalmente en cruceros, galerías y chimeneas donde se coloca dos puntales transversalmente a la dirección de la labor y bien pegado al tope de la corona, poniendo tablas longitudinalmente sobre los puntales.

#### **- Personal**

- Maestro
- Ayudantes

#### **- Herramientas Usadas**

- Combo
- Puntas: simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Azuela
- Cordel
- Flexómetro
- Formón
- Ganchos y sogas

#### **- Materiales Usados**

- 2 puntales de 1.6cm a 2.2m de longitud de acuerdo al ancho de la labor donde se quiere colocar de 7" de diámetro.

- 8 tablas de 1.5m de longitud
- **Tiempo De Trabajo**
- Ya que el trabajo es realizado en una altura considerada y generalmente es lugares de transito como en una galería o en un crucero, tarda alrededor de 5hr y 45 minutos, desde la preparación del poste (cortar y destajar) patillas con la máquina perforadora hasta el encribado. Pero si se hace en una chimenea el tiempo disminuye, se realiza de 2hrs 39 minutos.
- **Procedimiento A Seguir**
- Se empieza desatando el área de trabajo
- Se ubica los puntos donde se hará las patillas de 5 cm de profundidad.
- Las patillas se hacen manualmente o con perforadoras neumáticas si la roca es dura o si el lugar es alto, cuando no está al alcance de los trabajadores en el caso de cruceros y galerías.
- Se prepara la madera de acuerdo al ancho de la labor y se procede con la colocación, se introduce primero un extremo del puntal y luego con ayuda de la comba se introduce al otro extremo
- Se coloca en el espacio restante las tablas las cuales deben estar apretadas.

## **5.8 Colocación De Puntales De Avance**

### **5.8.1 Descripción**

Son empleados en el armado de caminos y buzón de una chimenea en una roca buena o regular. Se coloca puntales a lo ancho de la sección de la chimenea de 1m de distancia de las anteriores, encima de los puntales se colocan tablas en forma de plataforma para perforar y armar el siguiente puntal de avance y además para continuar con los cuadros de la chimenea.

- **Personal**

- Maestro
- Ayudante

- **Herramientas Usadas**

- Combo
- Puntas: simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Azuela
- Cordel
- Flexómetro
- Formón
- Ganchos y sogas
- Arnés con su respectiva línea de vida

- **Materiales Utilizados**

- 2 puntales de avance de 6' de diámetro de 1.35m a 1.75m de longitud dependiendo del ancho de la chimenea
- 4-5 tablas de 1.5m de longitud

- **Tiempo De Trabajo**

El armado de un puntal de avance tarda en realizarse media guardia 4hrs aproximadamente generalmente se hace en el turno de la mañana antes del almuerzo para preparar la plataforma para continuar con el sostenimiento con la perforación.

- **Procedimiento A Seguir**

- Limpiar y desatar el área de trabajo
- Se marca las patillas a 1m de los puntales inferiores y se hacen manualmente con 5 cm de profundidad y para el diámetro del puntal y a 1.20 cm de luz entre puntales

- Los puntales se cortan de acuerdo al ancho de las chimeneas.
- Se introduce primero un extremo del puntal y luego con ayuda de la comba se introduce el otro extremo.
- Se colocan las tablas sobre los puntales en forma transversal y se aseguran con Clavos De 5 Pulgadas.

## **5.9 Armado De Buzón Y Camino En Chimeneas**

### **5.9.1 Descripción**

Es uno de los trabajos de mayor esfuerzo físico y de gran peligro. Se comienza con el armado de la tolva y el primer descanso desde donde se recomienda el armado de cuadros y sobre cuadros siguiendo en muchos casos el punto topográfico hacia un nivel superior. Las chimeneas cortan vetas y desde ahí se ramifican en otras labores como tajos o subniveles o simplemente para el tránsito de personal o ventilación. Por tal motivado el armado de buzón y camino es un trabajo de precisión cumpliendo con todas las normas de seguridad establecidas.

#### **- Personal**

- Maestro
- Ayudante

#### **- Herramientas Usadas**

- Combo
- Puntas: simples y de inserto
- Lampa
- Pico
- Corvina
- Azuela
- Cordel
- Flexómetro

- Formón
- Ganchos y sogas
- Fosforo
- Escalera
- Arnés de seguridad obligatorio

- **Materiales Utilizados (Para Un Sobre Cuadro Y Descanso)**

- 6 postes de 1.40m de longitud y 6" de diámetro con dos destajes a los extremos de 5cm de ancho y profundidad.
- 2 sombreros de 7" a 8" de diámetro y de 1.20m a 1.70m dependiendo del ancho de la chimenea con dos morteros de 6cmx6cmx15cm a 1.20 cm de luz.
- 4 tirantes de 6" de diámetro y 1.30m de longitud.
- 6 o 7 tablas de 1.50m de longitud para dividir el buzón del camino (cortina).
- Rajas para empaquetar todo el contorno de los cuadros.
- 2 listones de 1.50m para la base del descanso.
- 8 listones de 60cm para el descanso.
- 1 escalera prefabricada de 3.5m con 11 peldaños cada 30 cm.

- **Tiempo De Trabajo**

El armado de chimenea depende del lugar a donde se va a comunicar y a la altura que tiene dicho punto, por ejemplo, si se tiene que comunicar a un nivel, a la altura será de 50m o si se comunica a superficie la altura será variable y el trabajo será más cauteloso, por ende, es más largo.

Se programa por mes un avance de 20m, pero generalmente se avanza más terminando una chimenea de 50m en 40-45 días trabajando madera en el turno día y perforación y voladura en el turno noche con un avance promedio por día de 1.15 m.

- **Procedimiento A Seguir**

- Primero se tiene que perforar y volar la roca sobre la tolva y el primer descanso manteniendo la sección de la chimenea, para que así se tenga un espacio para armar sobre cuadros.
- Teniendo el espacio suficiente y después de desatar y limpiar el acceso, se comienza con fabricar las 6 patillas a la altura de 1.50m del cuadro inferior.
- Se prepara la madera con los destajes respectivos los cuales deberán ser izadas con sogas y ganchos (muchachos) hasta el lugar de trabajo.
- También se prepara los morteros en el sombrero de un cuadro anterior sobre los cuales descansaran los postes nuevos.
- Y sobre estos postes se echa el sombrero, ingresando a las patillas y el destaje de los postes a sus morteros simultáneamente. Nos ayudamos con golpes de comba.
- Se asegura con los tirantes los cuales deben hacer más presión del cuadro hacia la roca.
- Se prepara los listones para el descanso luego se los lleva al lugar de trabajo en donde se arma el descanso que estará al otro extremo del descanso inferior. Se coloca primero los listones más largos, uno al extremo y el otro a 60cm dejando un espacio para que sobresalga la escalera anterior, luego se clavan los otros listones en forma perpendicular a la base dejando un espacio de 2" entre listones.
- Sobre los descansos se para las escaleras de 75" de la horizontal y debe sobresalir 3 escalones en el siguiente descanso. Las escaleras son colocadas cada 2 sobre cuadros.
- Se habilita una plataforma sobre los cuadros para repetir el ciclo comenzando con la perforación y voladura. Para tal efecto se debe tapar el camino con tablas y dejar el buzón libre.
- Así se repite la secuencia de trabajo con la diferencia que a medida que se avanza la altura aumenta y por ende el trabajo es más arduo y más prolongado.

### **CONCLUSIONES**

- Las labores de desarrollo se realizan con equipos convencionales tales como perforadoras Jacklegs, perforadoras eléctricas, para la voladura se emplean explosivos de 80% y 65%.
- El método de explotación que se emplea es de corte y relleno ascendente que permita la selectividad del mineral al fin de poder evitar la dilución.
- Por otro lado la estructura de las cajas que encontramos en las vetas se trabaja previo sostenimiento con puntales de seguridad y cuando haya espacio después de poder realizar la limpieza se arman los cuadros de madera.
- Para la estabilización de labores se emplean el sostenimiento con cuadros de madera y pernos de anclaje, para eso se realiza una pre evolución geo mecánica empleando el sistema GSI.



### **RECOMENDACIONES**

- Se debe considerar realizar un estudio geomecánico para las labores y tener formatos de mapeos y también realizar los planos de geomecánicos de la mina, realizar secciones para tener una mayor información de la roca donde trabajamos, el problema es que no se tiene un área o personal que realice este tipo de trabajo.
- También llevar un control de tipo y las distancias de los elementos de sostenimiento que se recomiendan colocar estas se cumplan en el terreno por que se observa que algunas labores donde se recomienda sostener con cuadros completos ya que sostener con puntales no son recomendables.
- Se debe de recomendar un cronograma de capacitación al personal de mina y también al ingeniero encargado del área, también a los capataces para que puedan reconocer el tipo de roca en la cual se está trabajando.
- Siempre el sostenimiento debe ser colocado dentro de los estándares establecidos, que estos esta debido a que se tenía deficiencias en la estabilización de las labores.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Según, Reveron H., (2013), en su Trabajo Especial de Grado titulado Dimensiones de cámaras y pilares en minería subterránea basado en caracterización geomecánica del macizo rocoso de la mina Colombia. el Callao, estado Bolívar-Colombia. Universidad Central de Venezuela, Venezuela.199p.
- [2] Córdova R. N. , D. (2008). Tesis de postgrado con el título “Geomecánica en el minado subterráneo caso mina condestable” Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica Escuela de Formación Profesional de Ingenie.
- [3] Hernández V. , E. (2013). El Rol de la Geotécnica en el desarrollo de proyectos de minería subterránea - Un enfoque a la sustentabilidad en el Congreso Iberoamericano de Minería Sustentable Santiago – Chile 13, 14 y 15 de noviembre de 2013. CHILE
- [4] Romero C. , D. (2012). Tesis Análisis de sismicidad inducida en mina subterránea río blanco sector norte III panel áreas 15, 16 y 17 nivel 16 hundimiento Codelco división andina Departamento de Geofísica Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de concepción chile. Chile .

- [5] Barton, N. (2002). Some new Q-value correlations to assist in site characterisation and tunnel design. International journal of rock mechanics and mining sciences, 39(2), 185-216.
- [6] Bieniawski, Z. T. (1989). Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. John - Wiley & Sons.
- [7] Córdova R. N. , D. (2008). Tesis de postgrado con el título “Geomecánica en el minado subterráneo caso mina condestable” Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica Escuela de Formación Profesional de Ingenie.